

Systemy kominowe. Odprowadzanie spalin

Systemy spalinyowe

Urządzenia do redukcji zanieczyszczeń w spalinach



Literatura

- 1) Hermann Recknagel, Eberhard Sprenger , Ernst Schramek :
„Kompendium wiedzy. Ogrzewnictwo, klimatyzacja, ciepła woda,
- 2) Ryszard Tytko: „Urządzenia i systemy energetyki odnawialnej”,
- 3) Albers Joachim „Systemy centralnego ogrzewania i wentylacji.
Poradnik dla projektantów i instalatorów”,
- 4) Adolf Mirowski, Grzegorz Lange, Ireneusz Jeleń: „Materiały do
projektowania kotłowni i nowoczesnych systemów grzewczych”,
- 5) Opracowanie Viessmann: „Podręcznik architekta, projektanta i
instalatora. Kolektory słoneczne”,
- 6) Halina Koczyk: „Ogrzewnictwo praktyczne”,
- 7) www.viessmann.pl,
- 8) www.schiedel.pl,

Systemy kominowe

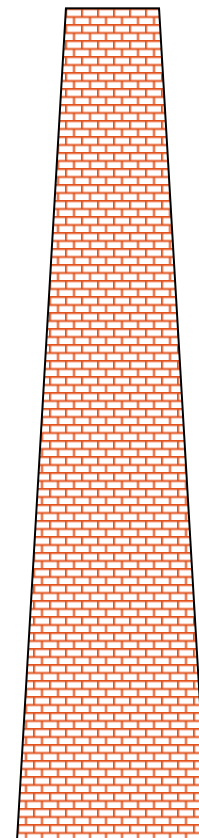
Odprowadzanie spalin



Komin jest to konstrukcja, stanowiąca integralną część budowli, lub też wolnostojąca murowana, betonowa, metalowa lub inna zawierająca jeden lub więcej pionowych przewodów.

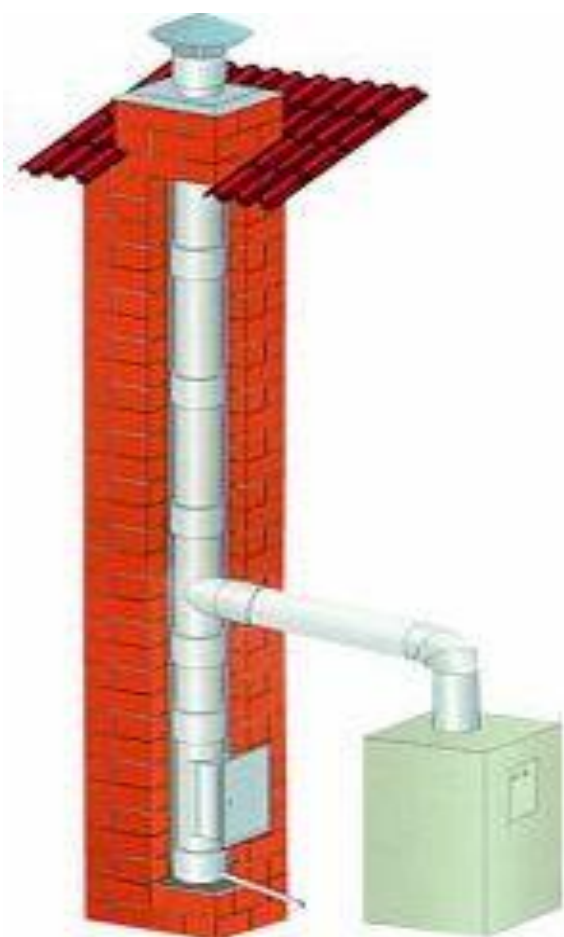
Do podstawowych zadań instalacji kominowych należy:

- odprowadzenie spalin z paleniska na zewnątrz do atmosfery,
- dostarczenie powietrza potrzebnego w procesie spalania oraz wymiana zużytego powietrza.

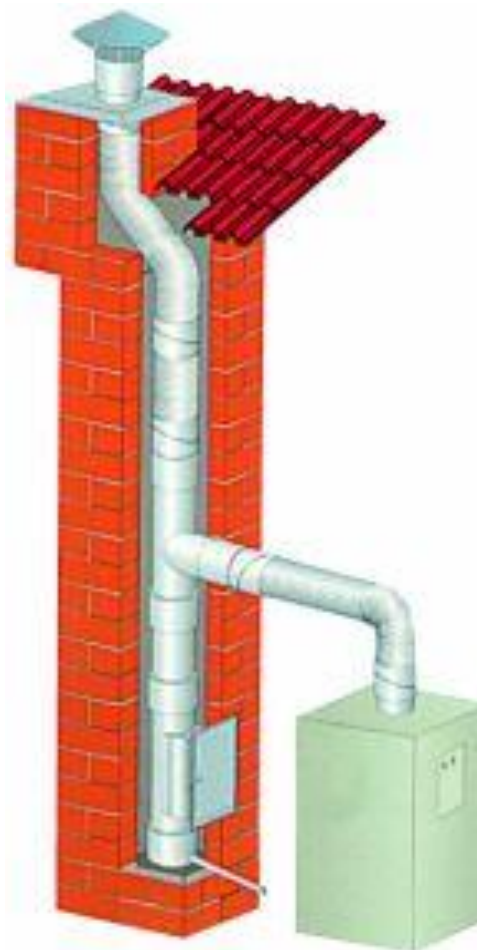


ZE WZGLĘDU NA KONSTRUKCJĘ KOMINY DZIELIMY NA:

- **kominy jednowarstwowe** - ściana przewodu jest jednorodna np. kominy murowane, ze stali grubościennej,
- **kominy wielowarstwowe** - ściana komina składa się z kilku warstw np. kominy betonowe jako warstwa nośna, z izolacją termiczną i okładziną wewnętrzną odporną na działanie spalin (np. kominy Plewa, Schiedel, Ahrens), kominy ze szlachetnej stali kwasoodpornej w otulinie termoizolacyjnej w płaszczu osłonowym.



Komin jednościenny, wkład sztywny



Komin jednościenny, wkład giętki



Komin dwuścienny

ZE WZGLĘDU NA LOKALIZACJĘ KOMINY DZIELIMY NA:

- **Komin wewnętrzny** - przewody kominowe różnego przeznaczenia grupowane w kominy, prowadzone wewnątrz budynku jako samodzielna konstrukcja niezwiązana z budynkiem, lub też związana ze ścianą nośną i prowadzona, jako ściana kominowa.
- **Komin zewnętrzny** - komin prowadzony na zewnątrz budynku, może być konstrukcyjnie powiązany z budynkiem, lub też szczególny rodzaj - komin niezwiązany z budynkiem - wolnostojący.



ZE WZGLĘDU NA FUNKCJĘ KOMINY DZIELIMY NA:

- **dymowe** - służą do odprowadzenia spalin od palenisk opalanych paliwem stałym. Spaliny zawierają poza tlenkami gazowymi również pyły i sadzę oraz parę wodną,
- **spalinowe** - służą do odprowadzenia spalin z palenisk gazowych i opalanych paliwem płynnym,
- **wentylacyjne** – nawiewne i wyciągowe służą do dostarczania powietrza koniecznego w procesie spalania i wymiany zużytego powietrza w pomieszczeniu.

ZE WZGLĘDU NA CHARAKTER PRACY ROZRÓŻNIAMY KOMINY:

- **komin suchy** - komin od palenisk na paliwo stałe, gdzie temperatura spalin wyższa jest niż 160°C ,
- **komin mokry** - komin od niskotemperaturowych kotłów gazowych , kotłów kondensacyjnych, gdzie temperatura spalin zawarta jest w przedziale $80^{\circ}\text{C} - 160^{\circ}\text{C}$,
- **komin pracujący w nadciśnieniu** - gdy ciśnienie wewnątrz komina jest wyższe od ciśnienia zewnętrznego (atmosferycznego). Są to kominy od palenisk z palnikami nadmuchowymi, lub też kominy ze wspomaganiem mechanicznym za pomocą wentylatorów,
- **komin pracujący w podciśnieniu** - gdy ciśnienie wewnątrz komina jest niższe od atmosferycznego.

Wymagania konstrukcyjne dla systemów kominowych

Systemy kominowe są wyrobami budowlanymi i w związku z tym powinny spełniać wymagania zawarte w ustawie – Prawo budowlane oraz w dyrektywie Unii Europejskiej: Wyroby budowlane.

W związku z powyższym każdy system kominowy powinien spełniać podstawowe wymagania dla wyrobów budowlanych, takie jak:

- bezpieczeństwo konstrukcji,
- bezpieczeństwo pożarowe,
- bezpieczeństwo użytkowania,
- odpowiednie warunki higieniczne i zdrowotne oraz ochrona środowiska,
- ochrona przed hałasem i drganiami,
- oszczędność energii i odpowiednia izolacyjność cieplna przegród.

Wymiary przewodów wentylacyjnych

Przewody kominowe do **wentylacji grawitacyjnej** powinny mieć powierzchnię przekroju co najmniej **0,016 m²** oraz najmniejszy wymiar przekroju co najmniej **0,1 m**.

Zabrania się stosowania

- 1) grawitacyjnych zbiorczych przewodów spalinowych i dymowych,
- 2) zbiorczych przewodów wentylacji grawitacyjnej,
- 3) indywidualnych wentylatorów wyciągowych w pomieszczeniach,
w których znajdują się wloty do przewodów spalinowych.

Dopuszcza się w pomieszczeniu kotłowni przyłączenie kilku kotłów do wspólnego kanału spalinowego w przypadku:

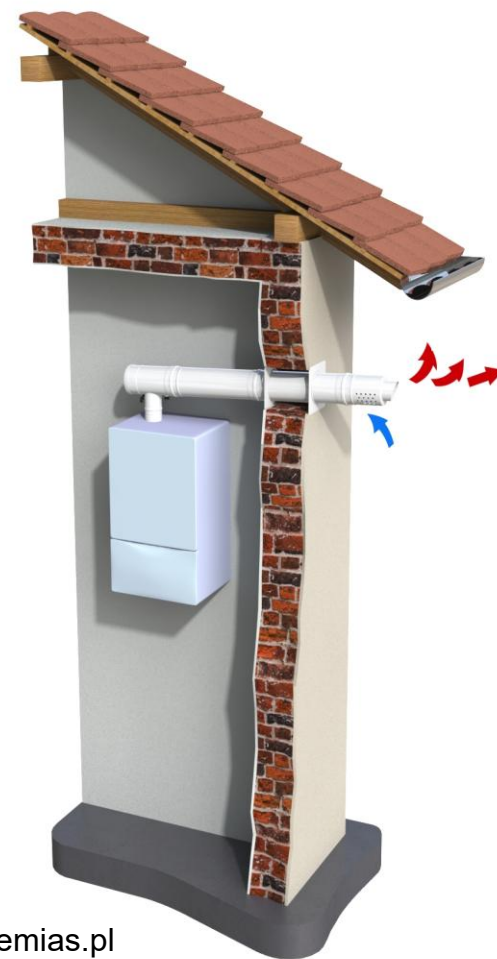
- 1) kotłów pobierających powietrze do spalania z pomieszczenia, pod warunkiem zastosowania skrzyniowego przerywacza ciągu lub wyposażenia kotłów w czujniki zaniku ciągu kominowego wyłączających równocześnie wszystkie kotły,
- 2) wykonania dla kotłów z palnikami nadmuchowymi przewodu spalinowego o przekroju poprzecznym nie mniejszym niż 1,6 sumy przekrojów przewodów odprowadzających spaliny z poszczególnych kotłów, a także wyposażenie wylotu przewodu spalinowego w czujnik zaniku ciągu kominowego, wyłączającego równocześnie wszystkie kotły.

Indywidualne koncentryczne przewody powietrzno-spalinowe lub oddzielne przewody powietrzne i spalinowe od urządzeń gazowych z zamkniętą komorą spalania mogą być wyprowadzone przez zewnętrzną ścianę budynku, jeżeli urządzenia te mają nominalną moc cieplną nie większą niż:

- 1) **21 kW** - w wolnostojących budynkach jednorodzinnych, zagrodowych i rekreacji indywidualnej,
- 2) **5 kW** - w pozostałych budynkach mieszkalnych.

Wyloty z tych urządzeń powinny znajdować się 2,5 m ponad terenem, dopuszcza się sytuowanie ich na wysokości poniżej 2,5m lecz nie mniej niż 0,5 m ponad poziomem terenu , jeżeli w odległości do 8 m nie znajduje się plac zabaw dla dzieci lub miejsce rekreacji.

W budynkach produkcyjnych, magazynowych oraz halach sportowych i widowiskowych nie ogranicza się nominalnej mocy cieplnej urządzeń z zamkniętą komorą spalania, od których przewody powietrzno - spalinowe wyprowadzone są za ścianę zewnętrzną, jeżeli odległość tej ściany od granicy działki budowlanej wynosi min. 8,0 m, a od ściany innego budynku z oknami nie mniej niż 12,0 m, a także jeżeli wyloty przewodów znajdują się wyżej niż 3,0 ponad poziomem terenu.



www.jeremias.pl

Dla zapewnienia prawidłowego działania kotła , komin powinien zapewnić, określony przez producenta urządzenia grzewczego, minimalny ciąg kominowy.

Wymiary przewodu spalinowego powinny być dobrane w zależności od rodzaju i mocy kotła.

Wymagania dla przewodów dymowych, spalinowych, wentylacyjnych murowanych z cegły określa Polska Norma

PN-89/B-10425

Przy obliczeniach kominów należy uwzględnić

- wpływ klimatu,
- wiatr,
- ciśnienie atmosferyczne,
- nieszczelności instalacji kominowej,
- temperaturę spalin.

Ciąg kominowy możemy obliczyć ze wzoru

$$p_s = h * g * (\rho_p - \rho_s)$$

gdzie :

p_s - siła ciągu kominowego w (Pa)

h - wysokość komina w (m)

g - przyspieszenie ziemskie [m/s²]

ρ_p - gęstość powietrza zewnętrznego= 1,24 [kg/m³]

ρ_s - gęstość spalin [kg/m³]

Przekrój poprzeczny komina

Według Redtenbacher'a:

$$A = \frac{2,6 * Q}{n * \sqrt{h}}$$

A - przekrój komina, [m²],

Q - moc kotła, [kW],

h - wysokość komina, [m],

n - współczynnik liczbowy,

n = 900 dla drewna,

n = 1800 dla gazu, oleju,

n = 1600 dla koksu.

Przekrój poprzeczny komina

Według Sander'a:

$$A = \frac{a * Q}{\sqrt{h}}$$

A - przekrój komina, [cm²]

Q - moc kotła, [W],

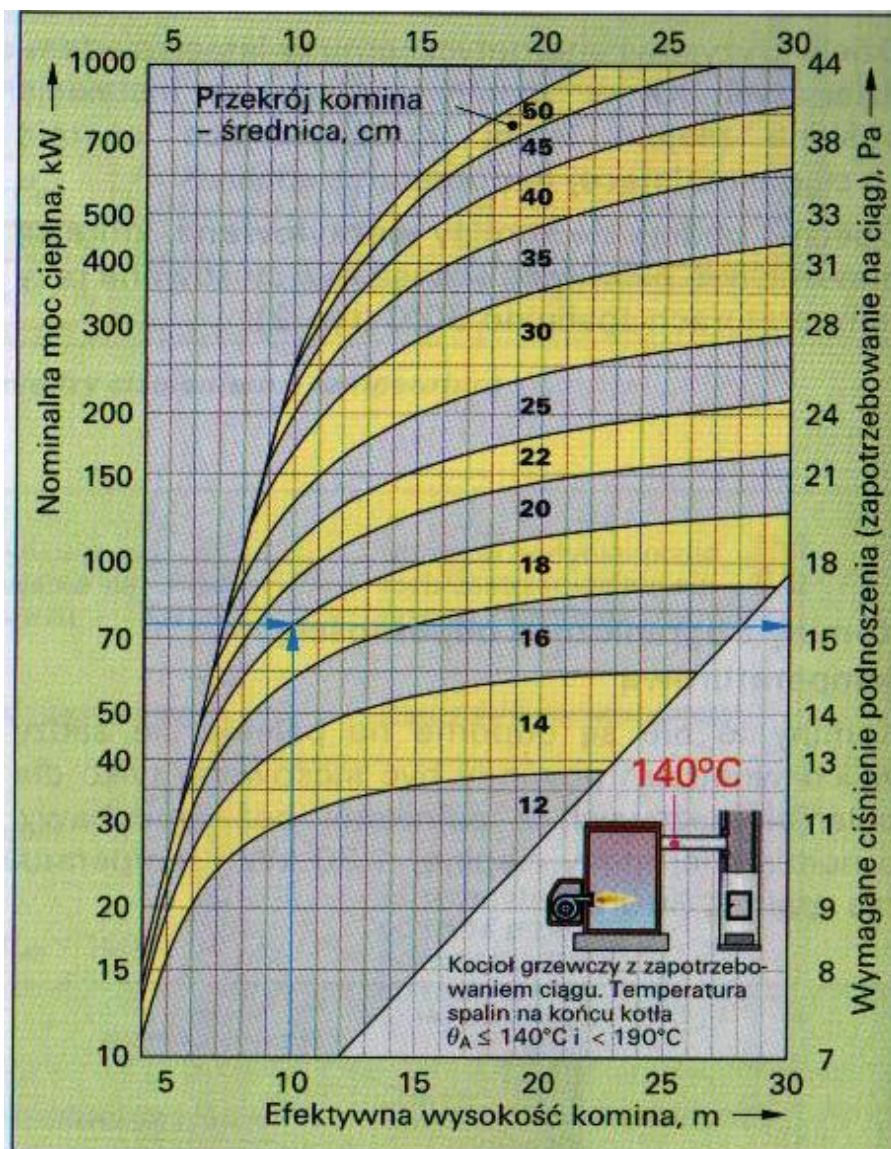
h - wysokość komina, [m],

a - współczynnik zależny od charakteru komina i rodzaju paliwa;

a = 0,035 dla komina przy ścianie zewnętrznej;

a = 0,015 dla komina dla kotłów olejowych i gazowych;

a = 0,02 dla komina dla kotłów gazowych o mocy ≤ 35 kW.



Źródło [3]

MATERIAŁY UŻYTE DO BUDOWY KOMINÓW POWINNY BYĆ:

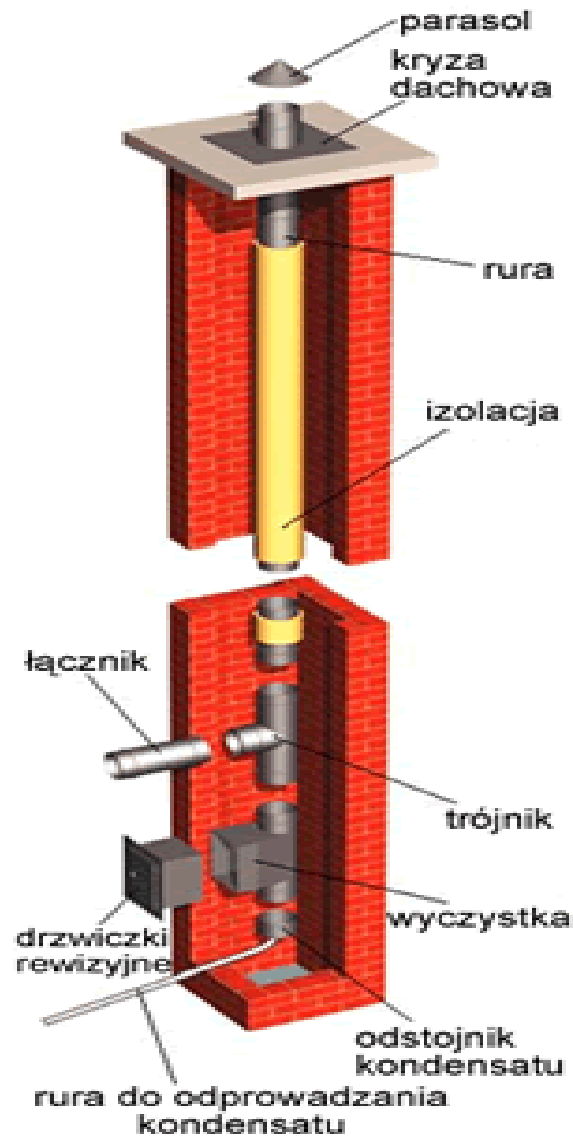
- **niepalne**, posiadać odporność ogniową co najmniej 60 min.
 - w przypadku przewodów spalinowych ich powierzchnia wewnętrzna powinna być **gładka**, odporna na destrukcyjne działanie spalin,
- powinny zapewniać kominowi **szczelność**
- wszystkie materiały powinny być dopuszczone do stosowania w budownictwie w zakresie sanitarnym, a także do parametrów ciśnienia, temperatury, wilgotności.

UZBROJENIE KOMINÓW

Komin powinien być wyposażony w:

- otwór wyczystny umieszczony poniżej podłączenia czopucha,
- w częściach skośnych komina powinny być wykonane otwory rewizyjne,
- w stopie komina powinien znajdować się odstojnik kondensatu wraz z odprowadzeniem skroplin na zewnątrz,
- miejsce włączenia czopucha do komina powinno być wykonane za pomocą szczelnej niepalnej rozety.

Systemy kominowe. Odprowadzanie spalin



Zasady budowania kominów

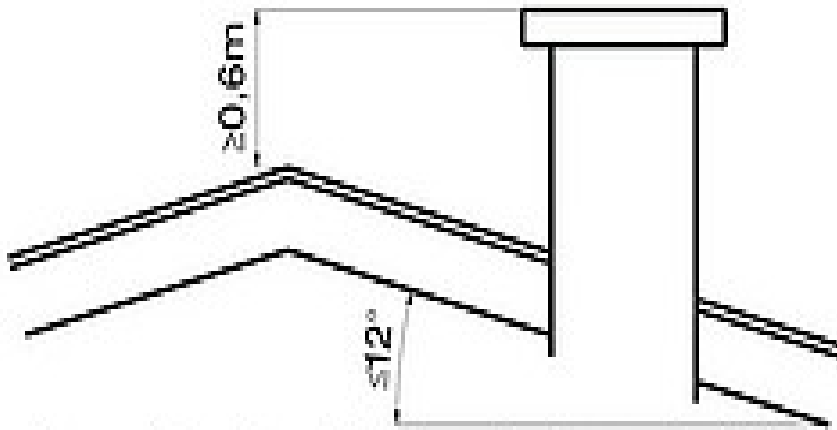
- Przewód kominowy musi być prowadzony pionowo.
Dopuszczalne odchylenie od pionu to 30° na odcinku nie dłuższym niż 2 m.
- Powinien mieć efektywną wysokość (odległość od paleniska do wylotu ponad dach) co najmniej:
4 m – gdy odprowadza spaliny z kotła gazowego lub
5 m – dla kotłów olejowych.
Dla kotłów gazowych z palnikami atmosferycznymi, o mocy do 35 kW, odległość od okapu przerywacza ciągu do wylotu spalin ponad dach musi wynosić co najmniej 2 m.
- Przekrój przewodów spalinowych (na całej długości) nie może się zmniejszać.

Lokalizacja i wyloty kominów

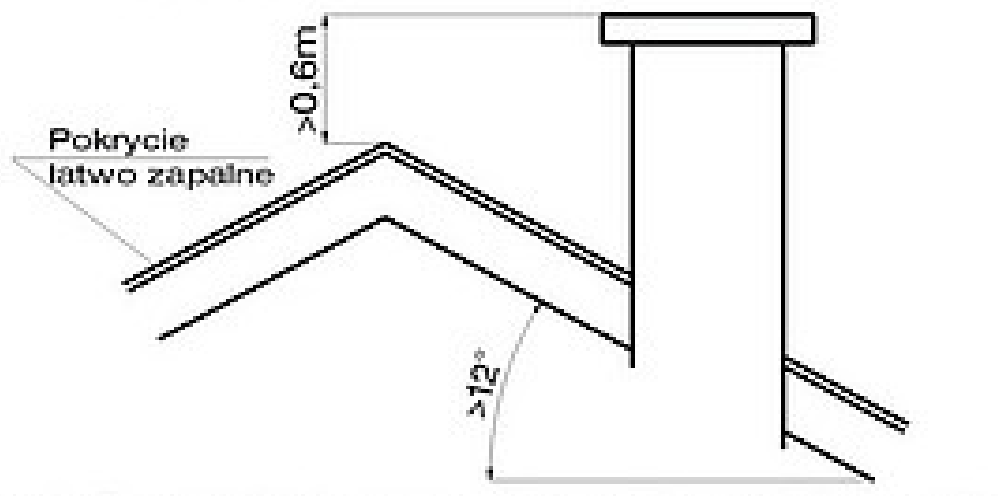
- Komin powinien być prowadzony pionowo,
- Komin w zewnętrznych ścianach budynku oraz na zewnątrz budynku powinien być izolowany termicznie,
- Komin z przewodami o przekroju większym niż $0,075 \text{ m}^2$ powinien być wydzielony z konstrukcji budynku,
- Różnica wysokości od przerywacza ciągu do wylotu komina ponad dach dla kotłów o mocy do 35 kW nie może być mniejsza niż $2,0 \text{ m}$.

Wysokość komina ponad dach

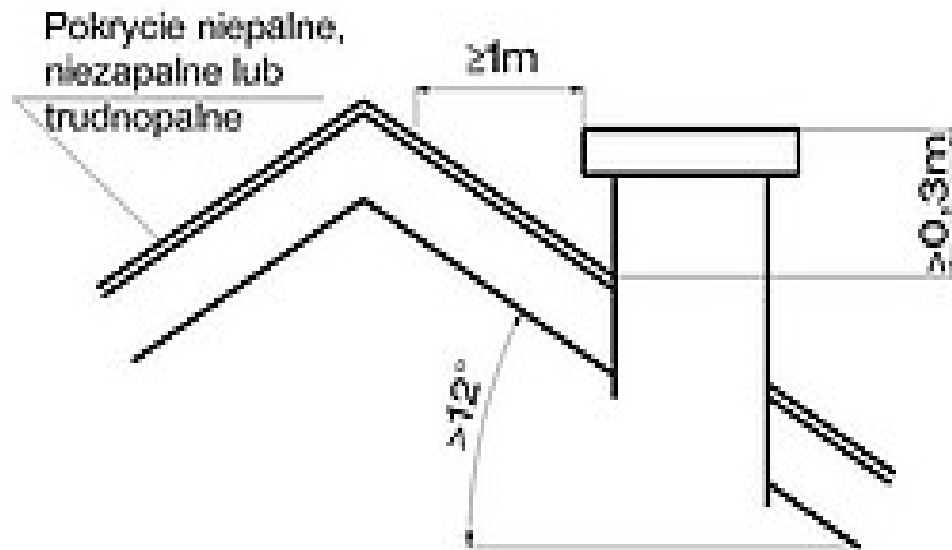
- a) Przy dachu płaskim o kącie nachylenia połąci dachowych nie większych niż 12° , niezależnie od konstrukcji dachu, wyloty przewodów powinny znajdować się co najmniej o 0,6 m wyżej od poziomu kalenicy lub obrzeży budynku przy dachach włącznych,



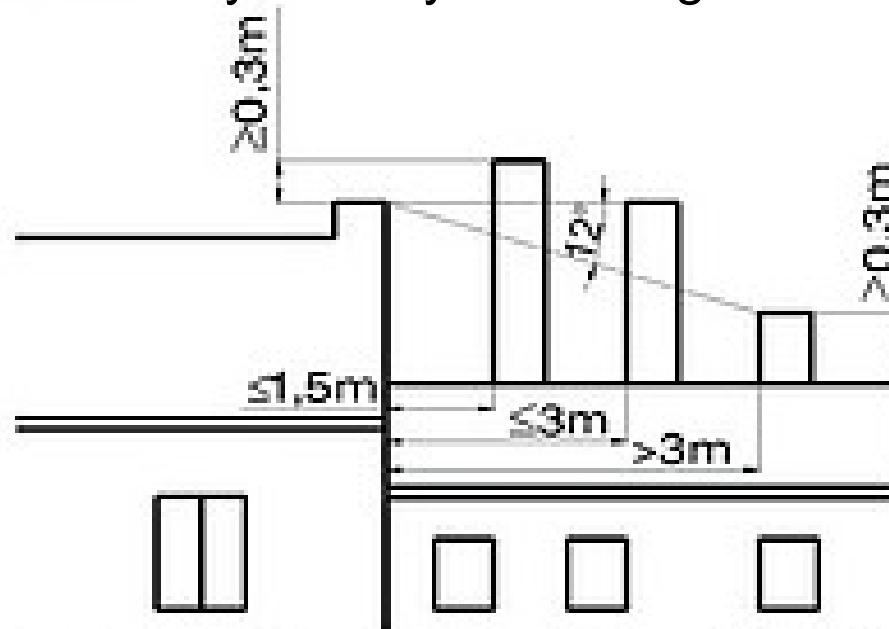
- b) Przy dachach stromych o kącie nachylenia połaci dachowych powyżej 12° i pokryciu łatwo palnym, wyloty przewodów powinny znajdować się na wysokości co najmniej o 0,6 m wyżej od poziomu kalenicy,



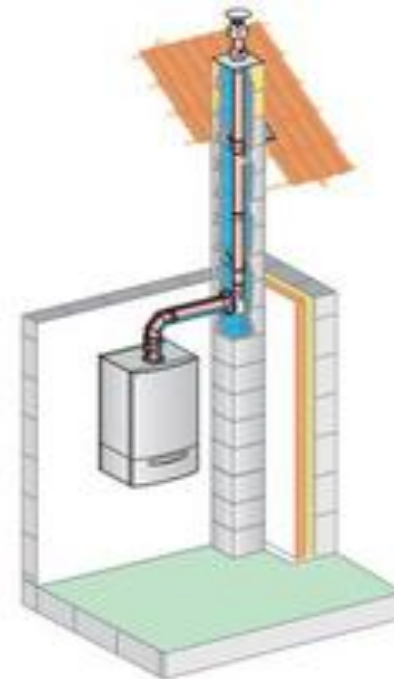
- c) Przy dachach stromych o kącie nachylenia połaci dachowych powyżej 12° i pokryciu niepalnym, niezapalnym i trudno zapalnym, wyloty przewodów powinny znajdować się na wysokości co najmniej o 0,3 m wyżej od powierzchni dachu oraz w odległości mierzonej w kierunku poziomym od tej powierzchni co najmniej 1,0 m.

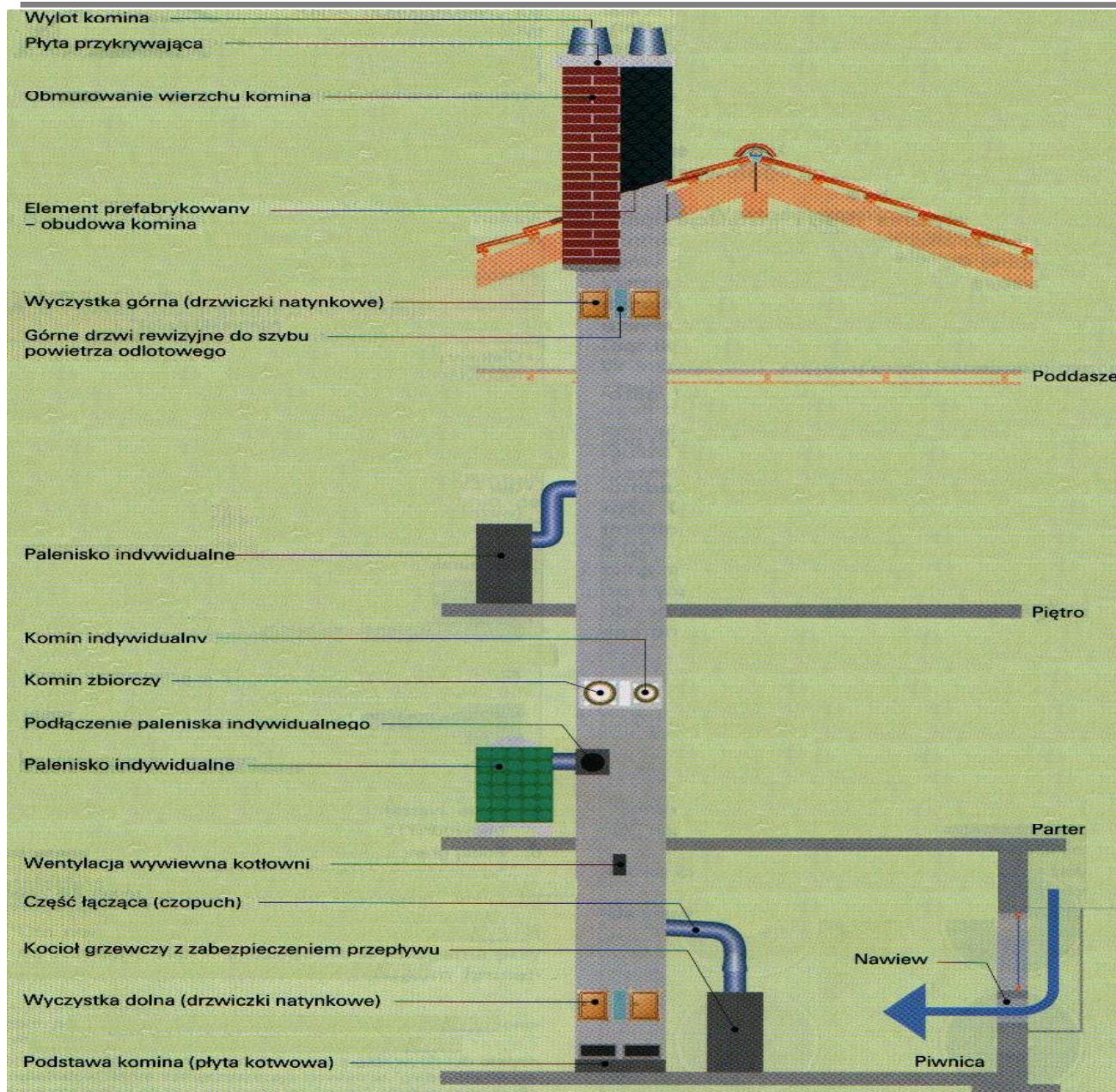


- d) Przy usytuowaniu kominów obok przeszkody, na dachach wgłębionych powinny się znajdować co najmniej:
- 0,3 m wyżej górnej krawędzi przeszkody dla kominów usytuowanych w odległości $< 1,5$ m od tej przeszkody;
 - na poziomie górnej krawędzi przeszkody dla kominów usytuowanych w odległości od 1,5 do 3 m od tej przeszkody;
 - ponad płaszczyznę poprowadzoną pod kątem 12° w dół od poziomu przeszkody do kominów usytuowanych w odległości od 3 m do 10 m od tej przeszkody.



Systemy spalinywe





Źródło [3]

Przy spalaniu paliw stałych, płynnych i gazowych powstają spaliny, które muszą być bezpiecznie odprowadzone ponad dach, przez przeznaczone do tego instalacje.

Prawidłowo wykonane instalacje odprowadzania spalin są ważnym warunkiem ekonomicznej i bezpiecznej eksploatacji instalacji grzewczych.

Konieczne jest odpowiednie dobranie systemu spalinowego do zastosowanego paliwa, parametrów ciśnienia oraz temperatury.

Dobór systemu spalınowego

Aby kocioł z otwartą komorą spalania działał właściwie, komin musi wytwarzać niezbędny ciąg, który umożliwia zassanie wystarczającej ilości powietrza potrzebnej do procesu spalania, a następnie usunięcie spalin.

Dlatego komin powinien mieć średnicę min. 120 mm i wysokość nie mniejszą niż 4-5 m.

Kotły z zamkniętą komorą spalania oraz kondensacyjne wyposażone są w wentylator wymuszający przepływ powietrza i spalin, dlatego można stosować bardzo krótkie lub - jeśli zachodzi taka potrzeba – długie przewody powietrzno- spalinowe.

Dobór systemu spalinowego

Wszystkie przewody spalinowe stosowane do kotłów gazowych muszą być odporne na działanie kwaśnego kondensatu, który będzie powstawał w kominie.

Wytwarza się je więc ze stali lub ceramiki kwasoodpornej.

Natomiast producenci kotłów z zamkniętą komorą spalania polecają do swoich urządzeń gotowe zestawy przewodów, które wykonuje się zazwyczaj ze stopu aluminium-krzemowego.

ODPROWADZANIE SPALIN W KOTŁACH KONDENSACYJNYCH

Kotły kondensacyjne wykorzystują ciepło utajone – ciepło parowania zawarte w spalinach, które wyzwala się przy wykraplaniu pary wodnej zawartej w spalinach.

Temperatura spalin może wynosić **35 - 40 °C**, zatem naturalny ciąg nie wystarcza do odprowadzenia spalin.

Ciąg spalinowy jest wspomagany przez zastosowanie wentylatora. Spaliny są wtłaczane z nadciśnieniem w przewód spalinowy.

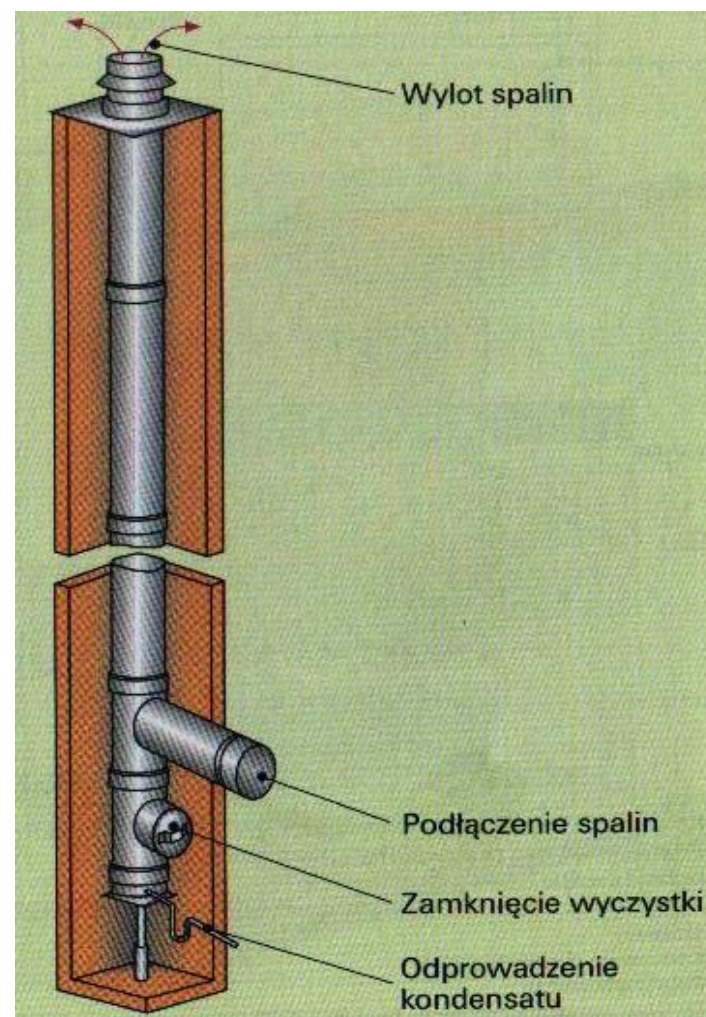
ODPROWADZANIE SPALIN W KOTŁACH KONDENSACYJNYCH

Przewody spalinowe do kotłów kondensacyjnych wykonane są z takich materiałów jak:

- aluminium,
- stal kwasoodporna,
- ceramika,
- szkło.

Przewody muszą być szczelne
(naciśnienie i gromadzony kondensat)
i odporne na korozję

Źródło [3]



Dobór systemu spalinowego

Kocioł KONDENSUJĄCY



Kocioł TURBO



Dobór systemu spalinowego

Błędem jest stosowanie tych samych konstrukcji układów spalinowych do kotłów kondensujących i niekondensujących.

W kotłach z zamkniętą komorą spalania niekondensujących należy bezwzględnie uniemożliwić skroplinom przedostanie się do kotła.

W tym celu należy zastosować przed kotłem elementy mające możliwość odprowadzenia skroplin (np. trójnik z odskraplaczem).

W przypadku kotłów kondensujących kondensat skroplin z przewodu spalinowego należy sprowadzić z powrotem do kotła, co powoduje wręcz poprawę jego sprawności.

W przypadku stosowania przewodów powietrzno - spalinowych należy również zwrócić uwagę na możliwość wystąpienia „pocenia się” wewnętrznej ścianki przewodu powietrznego. Na przewodzie powietrznym również należy zaprojektować odkraplacz odprowadzający osadzającą się wilgoć, by nie doprowadzić do przedostania się wody do wnętrza kotła.

SYSTEM TYPU „LAS” (Luft Abgas Systeme)**SPS – system powietrzno- spalınowy**

W systemie tym pobór powietrza, niezbędnego w procesie spalania jest niezależny od powietrza w pomieszczeniu.

Doprowadzenie powietrza do spalania i odprowadzenie spalin odbywa się jednym systemem.



SYSTEM TYPU „LAS”



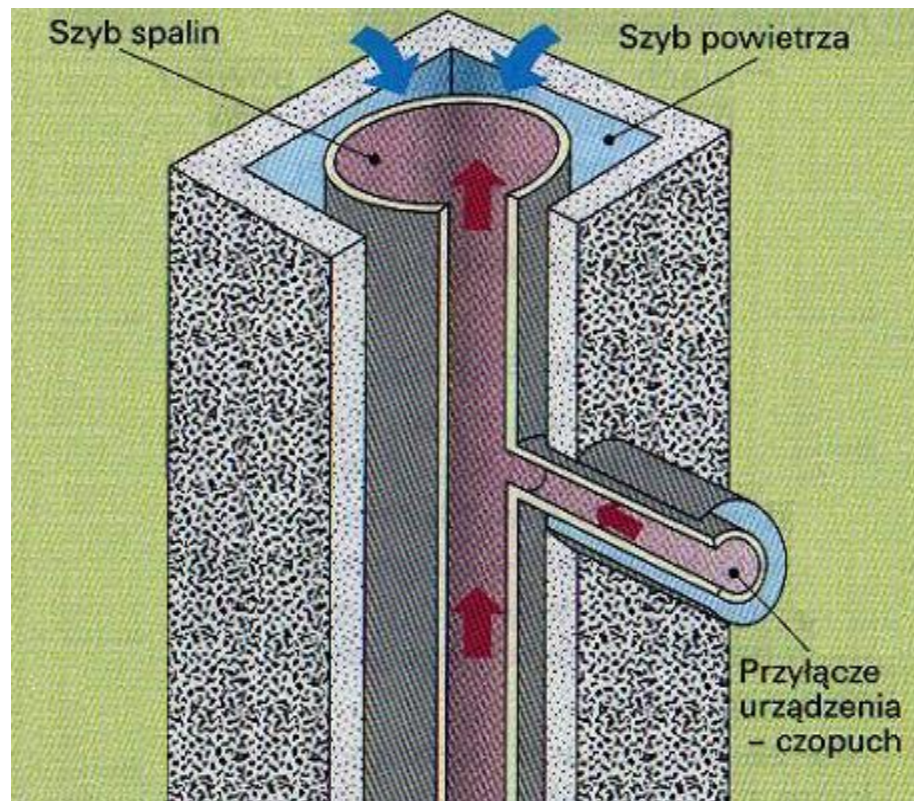
Jeden szyb prowadzi spaliny ponad dach, drugim dostarczane jest powietrze niezbędne w procesie spalania.

W celu uniknięcia zasysania spalin do przewodu powietrznego lub wahań ciśnienia wywołanych wiatrem należy wylot spalin umieścić powyżej wlotu powietrza i oddzielić tarczą.

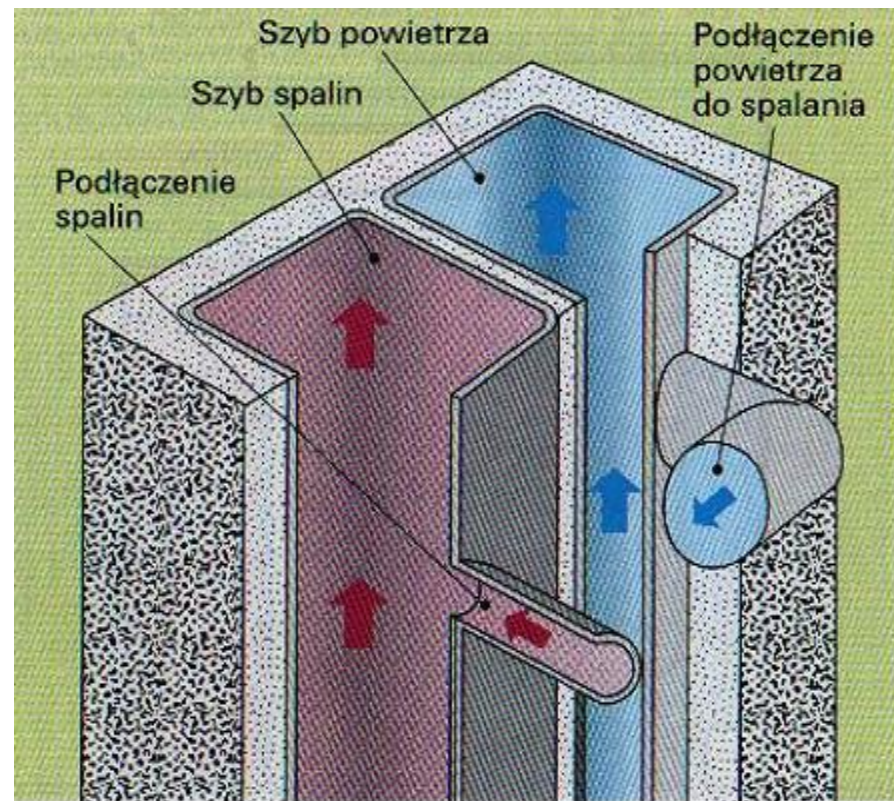
SYSTEM TYPU „LAS”

System ten składa się z dwóch połączonych szybów, biegnących równolegle obok siebie lub koncentrycznie, jeden w drugim.

Układy takie wykonuje się z podobnych materiałów co układy podciśnieniowe, różnica polega na sposobie połączenia poszczególnych elementów, najczęściej poprzez zastosowanie specjalnej uszczelki i opaski zaciskowej, a dla wkładów ceramicznych specjalnej masy uszczelniającej.

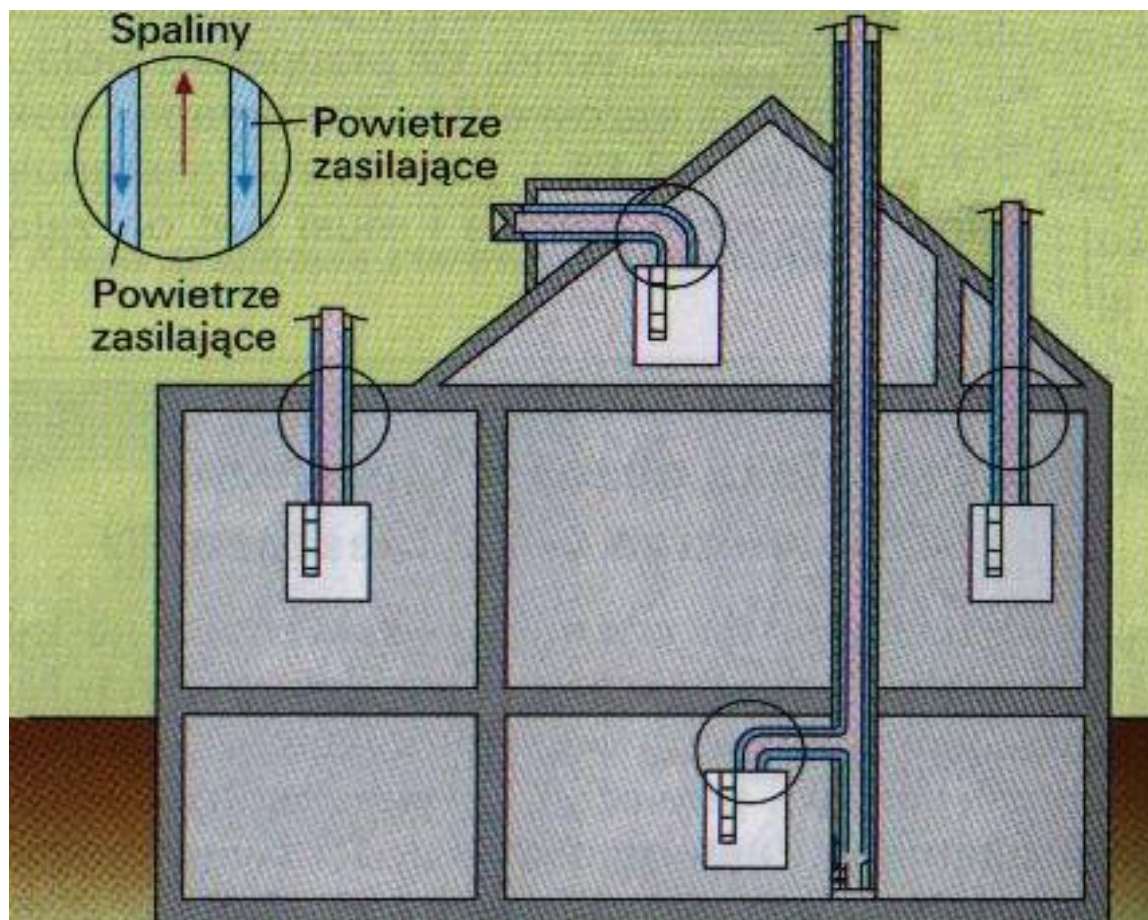


Źródło [3]



Źródło [3]

Systemy spalinywe



Źródło [3]

Zwykle producent kotłów oferuje kilka wariantów odprowadzenia spalin i poboru powietrza:

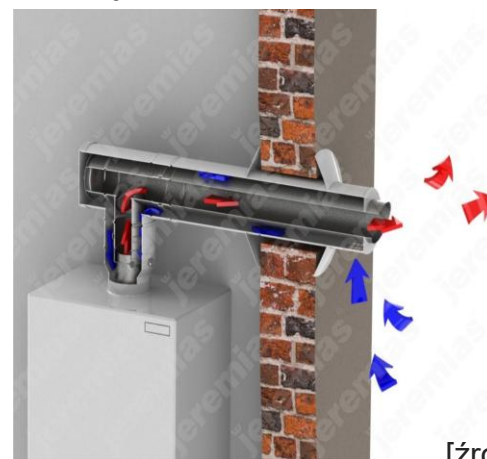
- **system poziomy,**
- **system pionowy współśrodkowy,**
- **system rozdzielczy,**
- **system szachtowy.**

System poziomy.

W tej sytuacji kocioł najczęściej montuje się na ścianie zewnętrznej i podłącza do niego krótki, poziomy przewód powietrzno-spalinowy przechodzący przez ścianę. Składa się on z dwóch rur umieszczonych jedna w drugiej (taki układ nazywamy również współśrodkowym lub koncentrycznym). Wewnętrzną wypływają spaliny, a przestrzenią między tą rurą a rurą zewnętrzną napływa powietrze w kierunku kotła.

Jest to niewątpliwie rozwiązanie najtańsze, ale nie są pozbawione wad.

Przede wszystkim na elewacji budynku po jakimś czasie może powstać ciemna smuga od spalin.



[źródło: Jeremias]

System pionowy

Do kotła podłącza się przewód koncentryczny, ale tym razem wyprowadza się go do góry, ponad dach.

Zaletą takiego układu jest możliwość zbudowania nowego komina, gdy istniejący nie nadaje się do wykorzystania.

Rozwiązanie to chętnie też wybierają inwestorzy, którzy zamierzają zamontować kocioł na poddaszu. Dzięki temu przewody będą stosunkowo krótkie, więc cały montaż nie okaże się ani skomplikowany, ani drogi.

System szachtowy.

Odmianę systemu z rurami współśrodkowymi stanowi wkład ze stali kwasoodpornej wstawiony w istniejący murowany przewód kominowy.

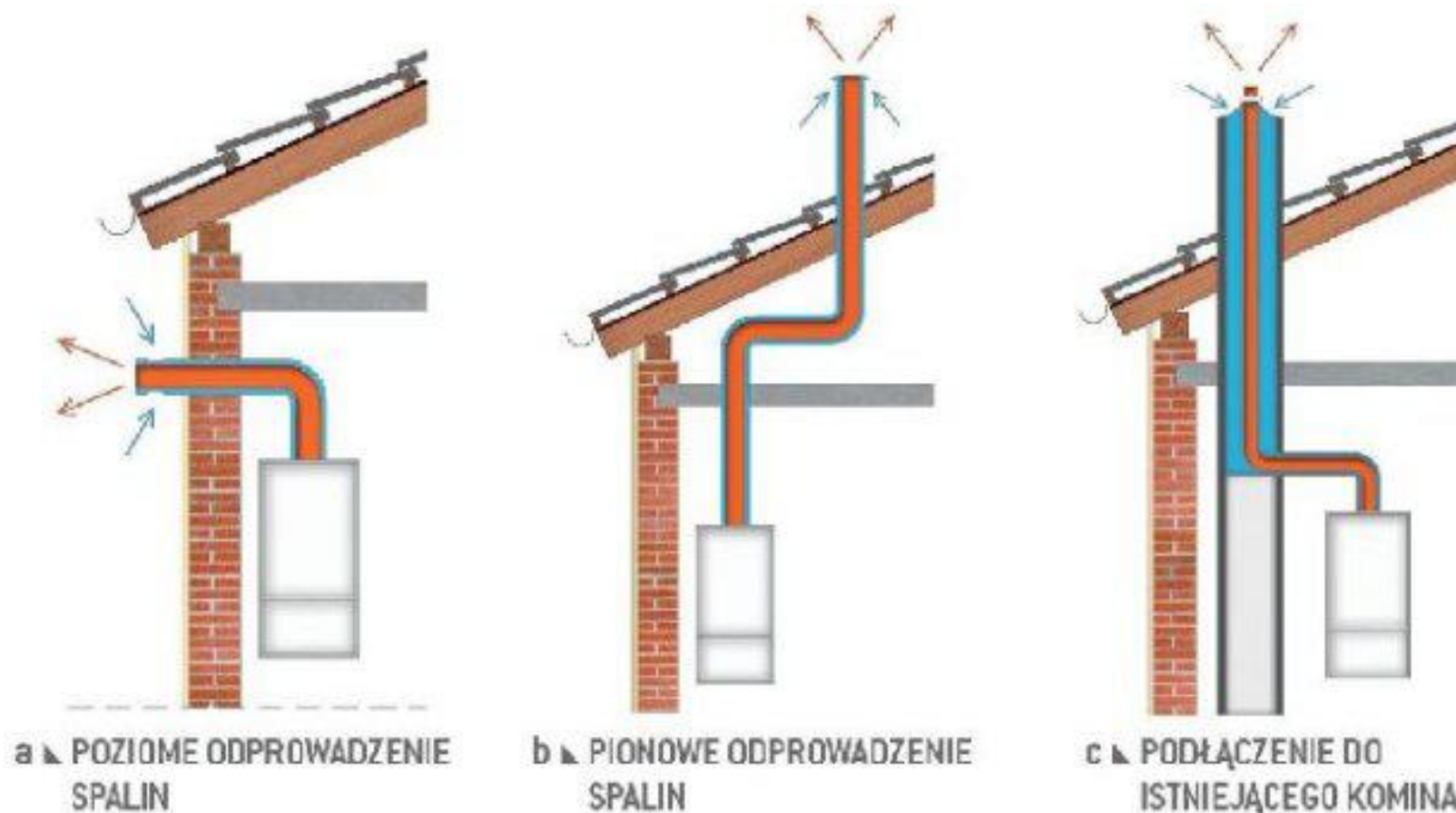
Rurą ze stali spaliny są odprowadzane na zewnątrz, a powietrze do spalania dopływa w przeciwnym kierunku - przez przestrzeń między kominem murowanym a stalowym przewodem spalinowym.

Warunkiem zastosowania tego rozwiązania jest odpowiedni przekrój komina murowanego (co najmniej 14×14 cm).

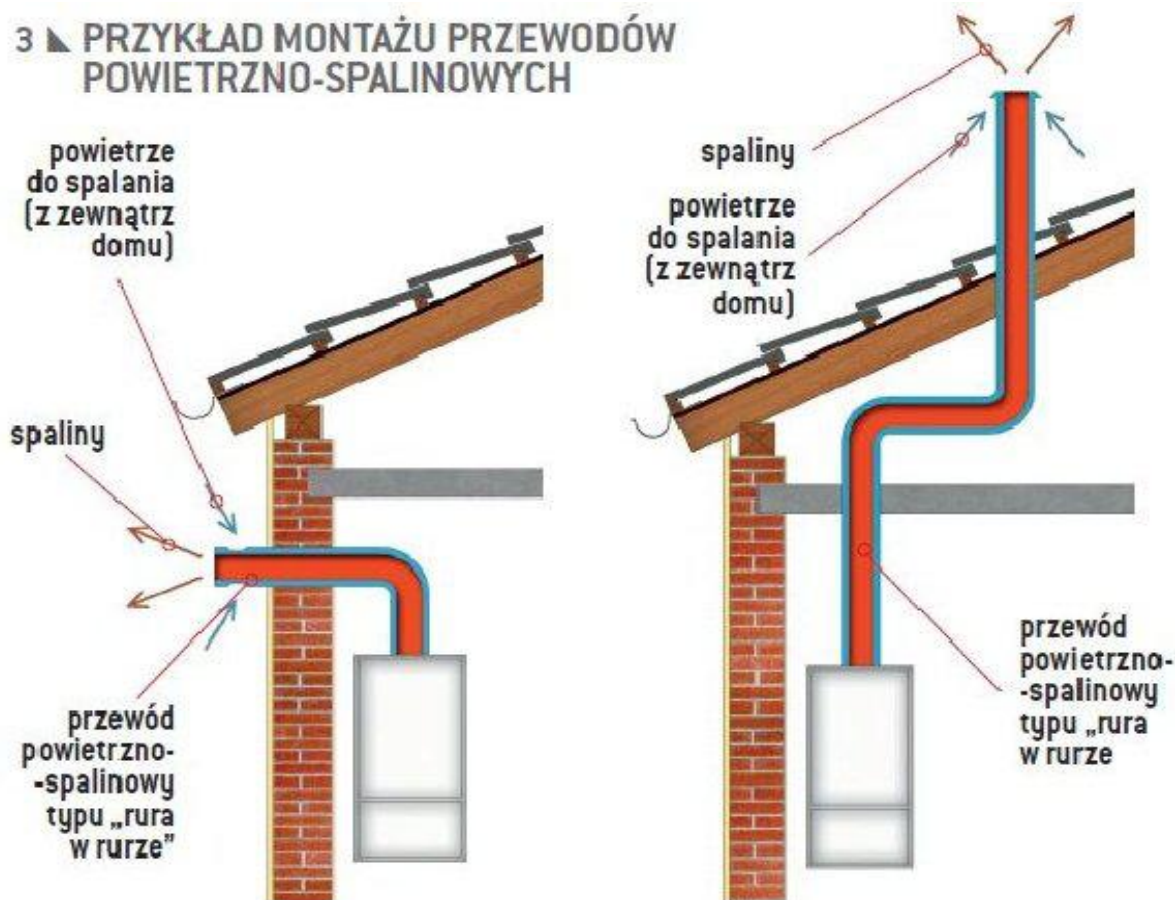
System rozdzielczy (inaczej połączenie dwururowe).

Gazowy kocioł połączony jest z dwoma oddzielnymi rurami – powietrzną i spalinową .

Z uwagi na ich niedużą średnicę oraz małe opory przepływu, tak wykonana instalacja pozwala na stosowanie dość długich przewodów.

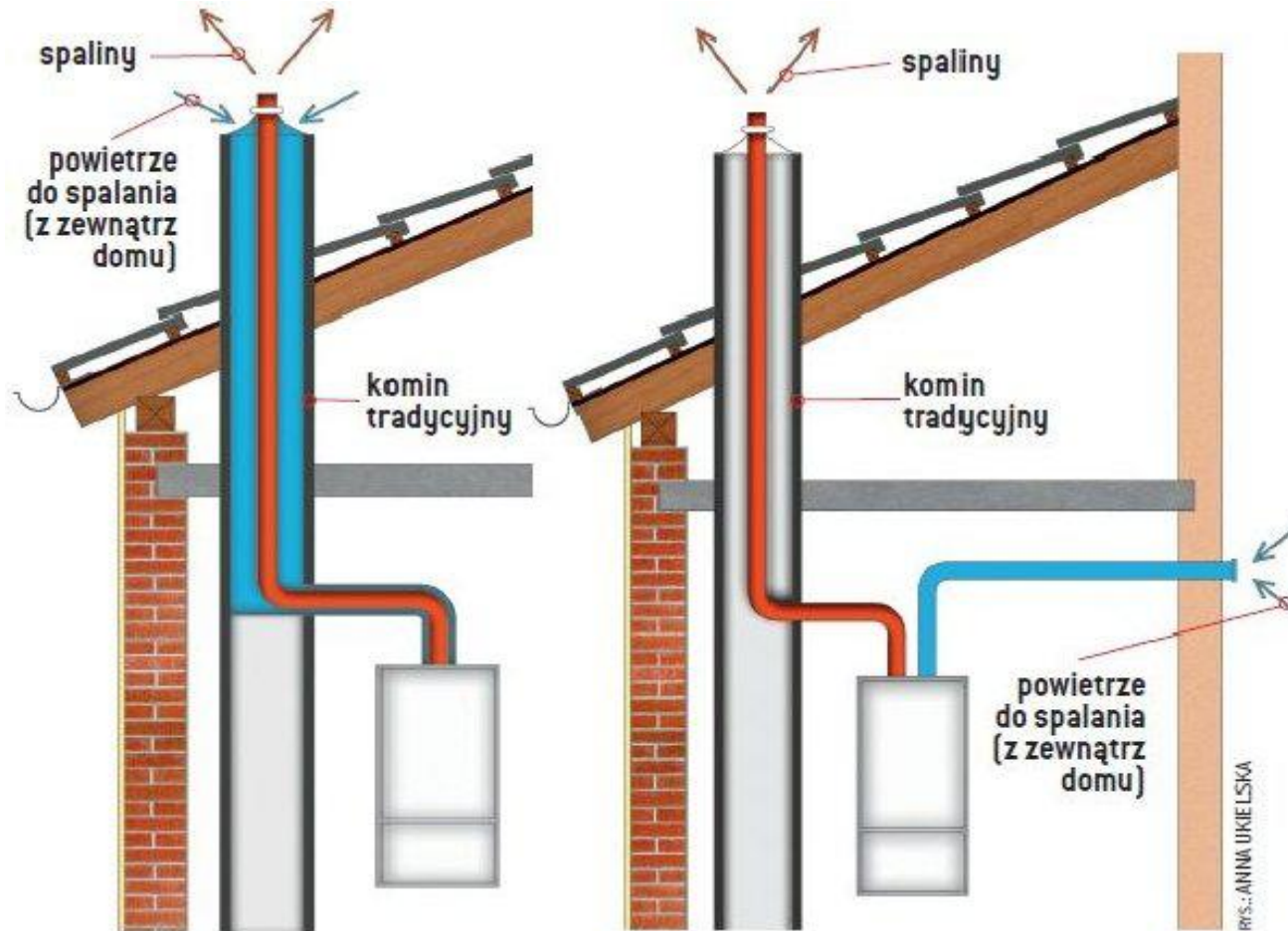


3 ▴ PRZYKŁAD MONTAŻU PRZEWODÓW POWIETRZNO-SPALINOWYCH



Montaż przewodów powietrzno-spalinowych - połączenie z poziomym odprowadzeniem spalin oraz z pionowym odprowadzeniem spalin

Systemy spalinywe



Montaż przewodów powietrzno - spalinowych - połączenie szachtowe oraz połączenie dwururowe.

KOMINY STALOWE

Nadają się do odprowadzania spalin z kotłów opalanych:

- gazem,
- olejem,
- paliwem stałym.

Wkłady kominowe lub kominy ze stali szlachetnej bardzo szybko się nagrzewają, tym samym powoduje to szybki ciąg oraz niskie straty w chłodzeniu źródła ciepła.



Wyróżniamy :

- wkłady kominowe do istniejących kominów z elementów sztywnych lub elastycznych,
- kominy zewnętrzne montowane wewnątrz lub na zewnątrz budynku.

KOMINY STALOWE

Wkłady kominowe mogą być :

- **Jednościenne** – powierzchnia komina charakteryzuje się małym współczynnikiem chropowatości, co ogranicza osadzanie się sadzy oraz powoduje większy ciąg kominowy.

Zestaw elementów wkładu kominowego składa się z:

- rur,
 - elementu z otworem do czyszczenia,
 - zbiornika kondensatu z odpływem,
 - elementu zadaszenia.
-
- **Wielościenne** składają się z warstwy wewnętrznej wykonanej ze stali kwasoodpornej, płaszcza zewnętrznego wykonanego ze stali nierdzewnej oraz środkowej warstwy izolacyjnej z wełny mineralnej w łupkach, izolacji cieplnej z włókien mineralnych lub kształtek izolacyjnych.

KOMINY CERAMICZNO - BETONOWE

Trójwarstwowe – składają się z warstwy wewnętrznej wykonanej z ceramiki szlachetnej, która jest odporna na wysoką temperaturę oraz częste zmiany temperatury.

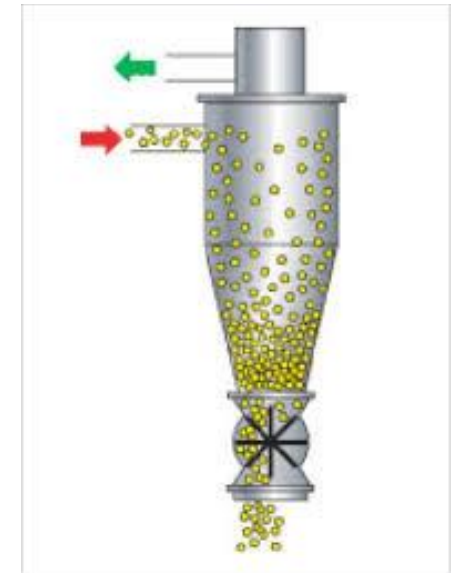
Rura przewodowa obłożona jest warstwą izolacji z wełny mineralnej, która zapewnia możliwość wydłużeń termicznych.

Trzecia warstwa to pustak z betonu lekkiego, zapewniający stateczność całej konstrukcji



Źródło [3]

Urządzenia do redukcji zanieczyszczeń w spalinach



Urządzenia do redukcji zanieczyszczeń w spalinach

Zanieczyszczenie powietrza to zmiana naturalnego składu powietrza w szczególności przez:

- dymy,
- pyły,
- gazy,
- aerozole,
- substancje zapachowe,
- pary.

Emisja to wychodzące z instalacji przemysłowych zanieczyszczenia powietrza, szумы, wibracje, światło, promienie itp.

Urządzenia do redukcji zanieczyszczeń w spalinach

Elektrownie i elektrociepłownie mają znaczący wpływ na powietrze atmosferyczne, glebę i wody.

Na środowisko naturalne oddziałują przede wszystkim:

- Produkty spalania paliw. Należą do nich: spaliny, zawierające popiół lotny , dwutlenek siarki, tlenki azotu itp.,
- Produkty siarki, tlenki azotu, tlenek i dwutlenek węgla, żużel, odpady i ścieki z instalacji odsiarczania spalin,
- Hałas towarzyszący przy rozładowaniu, kruszeniu węgla, wytwarzany przez wentylatory,
- Duży wpływ na środowisko naturalne mają ścieki przemysłowe, które wytwarzane są przy uzdatnianiu wody do obiegu parowego i do obiegu chłodzącego oraz z instalacji odsiarczania spalin, a także podgrzewanie wody w rzekach w przypadku otwartego obiegu chłodzenia turbin,
- Obieg elektryczny poprzez hałas transformatorów i silników oraz oddziaływanie pól elektromagnetycznych ma także niekorzystny wpływ na środowisko naturalne.

Urządzenia do redukcji zanieczyszczeń w spalinach

Głównymi zanieczyszczeniami powietrza w energetyce są:

- pył,
- dwutlenek siarki,
- dwutlenek węgla,
- tlenki azotu,
- tlenek węgla,
- związki organiczne.



Urządzenia do redukcji zanieczyszczeń w spalinach

Szkody wyrządzone przyrodzie produktami spalania konwencjonalnych nośników energii można podzielić na następujące grupy:

- Globalne szkodliwe efekty, głównie luki w warstwie ozonowej i wzrost efektu cieplarnianego;
- Tworzenie smogu, spowodowane dużą koncentracją tlenków azotu i węglowodorów oraz reakcjami fotochemicznymi; smog sprzyja chorobom układu oddechowego;
- Zakwaszenie głównie tlenkami siarki i azotu; kwaśny deszcz powoduje zamieranie lasów, rzek i jezior;
- Braki tlenu w środowisku morskim powstające wskutek emisji tlenków azotu;
- Zanieczyszczenia wód podskórnych ciężkimi metalami wmywanymi z nieprawidłowo składowanych popiołów i żużli, a także produktami ubocznymi powstającymi podczas oczyszczania spalin metodami mokrymi i suchymi;
- Inne toksyczne emisje, takie jak węglowodory aromatyczne, chlorowcopochodne, dioksyne (uszkadzają system immunologiczny i są rakotwórcze)

Urządzenia do redukcji zanieczyszczeń w spalinach

Emisja zanieczyszczeń dla podstawowych paliw

Ip	Paliwo	Emisja kg/MWh				
		SO ₂	NO _x	CO	Pył	Związki organiczne
1	Węgiel kamienny	1,80	0,36	23	0,9	0,9
2	Węgiel kamienny brykiety	1,80	0,18	36	0,9	1,8
3	Koks	1,80	0,036	25	1,36	0,07
4	Węgiel brunatny brykiety	0,83	0,056	25	1,26	0,54
5	Olej opałowy EL	0,47	0,18	0,18	0	0,04
6	Olej opałowy s (ciężki)	1,76	0,65	0,04	0,11	0,03
7	Gaz ziemny	0,01	0,18	0,22	0	0,01

Najskuteczniejszymi sposobami na redukcję substancji szkodliwych jest:

- zmniejszenie użytkowania energii (poprawa izolacji cieplnej, rekuperacja ciepła, ulepszenie współczynnika sprawności),
- zamianę starych jednostek ciepłowni na nowoczesne, efektywne,
- zamianę nośników energii na odnawialne.

Metody ochrony powietrza :

- 1) wyeliminowanie pyłu ze spalin – odpylacze, filtry,
- 2) wyeliminowanie SO_x ze spalin – instalacje odsiarczania spalin – IOS,
- 3) wyeliminowanie NO_x ze spalin – odazotowywanie gazów spalinowych.

1) ODPYLANIE SPALIN

Poważnym wyzwaniem w dziedzinie filtracji jest problem odpylania i oczyszczania spalin wylotowych z kotłów na paliwa stałe.

Dotychczas stosowano cyklony, multicyklony do odpylania spalin, jednak obecnie są one niewystarczające z uwagi na dyrektywy środowiskowe, które nakazują drastycznie zredukować zapylenie spalin i emisję tlenków azotu NO_x i dwutlenku siarki SO₂ do atmosfery .

Urządzenia do redukcji zanieczyszczeń w spalinach

1) ODPYLANIE SPALIN

Rodzaje odpylaczy:

- Suche:

- komory osadcze – odpylacze wstępne
- cyklony,
- odpylacze filtracyjne (tkaninowe),
- odpylacze elektrostatyczne (elektrofiltry).

- Mokre:

- płuczki dyszowe,
- płuczki zwężkowe,
- 1) płuczki z wypełnieniem,
- płuczki obrotowe,
- płuczki wirowe,

1) ODPYLANIE SPALIN

Komory osadcz – najprostsze odpylacze, stosowane na początku ciągu technologicznego odpylania, jako odpylacze wstępne. Działanie oparte jest na wykorzystaniu zjawiska grawitacyjnego.

Cyklony - wykorzystana jest w nich zasada działania siły odśrodkowej do oddzielania ziaren ze strugi zawirowanego gazu. Podczas ruchu spiralnego na ziarna pyłu oddziałuje siła odśrodkowa powodując ich przemieszczanie się ku ściankom. Ziarna pyłu po zetknięciu ze ściankami wytracają szybkość i pod działaniem sił ciężkości opadają w dół.

Multicyklony - stanowią połączenie równoległe kilkudziesięciu cyklonów o małych średnicach umieszczonych we wspólnej komorze.

Przedstawione odpylacze charakteryzują się stopniem odpylania **do 80%** i nie nadają się do pyłu drobnego $<5 \mu\text{m}$.

1) ODPYLANIE SPALIN

Odpylacze filtracyjne:

- filtr workowy – stopień odpylania >80%,
- filtr rękawowy - stopień odpylania >90%,
- filtr nabojewy - stopień odpylania >99%,
- filtr kasetowy - stopień odpylania >99,9%,
- filtr lamelowy - stopień odpylania >99%,

Wydajność oddzielania jest mocno uzależniona od zastosowanego materiału filtracyjnego



1) ODPYLANIE SPALIN

Odpylacze elektrostatyczne

Działają na zasadzie oddziaływania pola elektrostatycznego na cząstki ciała stałego zawieszone w gazie.

Elektrofiltry są najczęściej stosowanymi urządzeniami służącymi do redukcji emisji pyłu ze spalin kotłów węglowych.

Stopień odpylania wynosi 90-99,9%.

1) ODPYLANIE SPALIN

Odpylacze mokre

Zasada działania odpylaczy mokrych polega na tym, że ziarna są wychwytywane na kroplach cieczy opadających w przeciwnym kierunku do przepływu zanieczyszczonego gazu. Dołem odprowadzany jest szlam.

Wyróżniamy:

- płuczki dyszowe,
- płuczki zwężkowe,
- płuczki z wypełnieniem,
- płuczki obrotowe.

Stopień odpylania powyższych urządzeń 90-95%.

2) ODSIARCZANIE SPALIN

Tlenki siarki powstają z siarki palnej zawartej w paliwie. Podczas procesu spalania, w obecności tlenu powstaje dwutlenek siarki i w niewielkiej ilości trójtlenek siarki (1-3%).

Ich ilość zależy głównie od zawartości siarki w spalonym paliwie.

W Polsce spalane są węgle zawierające od 0,6% do ponad 1,2%, przeciętnie około 1%.

Siarka występuje w węglu w postaci różnych związków: w pirycie, w związkach organicznych oraz w częściach mineralnych jako siarczany. Jednak tylko część siarki zawartej w paliwie utlenia się (ok. 85 – 90% - tzw. siarka palna), reszta 5 – 15% przechodzi do popiołu w postaci różnych związków.

2) ODSIARCZANIE SPALIN

Emisja tlenków siarki jest główną przyczyną korozji i tworzenia osadów na powierzchniach kotłów oraz problemów środowiskowych. Osady na powierzchniach kotłów są tworzone w rezultacie reakcji tlenków siarki z alkalicznymi składnikami popiołu prowadzących do powstania siarczanów, które ułatwiają sklejanie się lotnego popiołu unoszonego w kierunku powierzchni kotłowych.

Opracowano wiele metod ograniczania emisji związków siarki dla potrzeb przemysłu, jednak obecnie spośród nich tylko niektóre znalazły zastosowanie praktyczne. Należą do nich metody wapniowe, które polegają na trwałym związaniu dwutlenku siarki ze spalin za pomocą związków wapnia. Ze względu na sposób podania sorbentu do komory spalania oraz odebrania produktu odsiarczania wśród obecnych metod można wyróżnić suche wraz z odsiarczaniem w kotłach fluidalnych, półsuche oraz mokre.

2) ODSIARCZANIE SPALIN

Metody odsiarczania spalin:

- metoda sucha,
- metoda mokra,
- metoda półsucha.

2) ODSIARCZANIE SPALIN

W Polsce pierwszy zakład odsiarczania spalin wybudowano w 1994 r. w Bełchatowie. Produkował on na licencji holenderskiej gips syntetyczny dwuwodny jako surowiec do produkcji budowlanego gipsu syntetycznego.

Niemiecka firma Knauf oddała do użytku w roku 1997 przy elektrowni Bełchatów, zakład produkcji płyt gipsowo-kartonowych. Uruchomiła również zakład produkcji suchych mieszanek tynkowych z gipsu syntetycznego w Jaworznie.

Firma Norgips uruchomiła w 1998 r. zakład produkcji wyrobów z gipsu syntetycznego przy Elektrowni Opole.

Zużycie gipsu syntetycznego w polskim budownictwie systematycznie rośnie (o 30% rocznie). Instalacje służące do produkcji gipsu syntetycznego są złożone i kosztowne. Finansowane są ze środków przeznaczonych na ochronę środowiska.

3) ODAZOTOWANIE SPALIN

Wyróżniamy metody odazotowania spalin:

- metoda niekatalityczna SNCR - z dodatkiem NH_3 przy średnich temperaturach gazów spalinowych na poziomie 800-950 °C
- metoda katalityczna SCR – z dodatkiem amoniaku, zachodząca w temperaturze 250-350°C.

Zamiast katalizatorów można użyć filtrów stałych z węglem aktywnym. Te filtry pracują jednak przy niskich temperaturach i istnieje ryzyko powstania samozapłonu.

3) ODAZOTOWANIE SPALIN

W 1992 roku w celu ograniczenia emisji związków azotu wprowadzono w Elektrowni Bełchatów metody pierwotne ograniczania emisji NO_x polegające na optymalizacji procesu spalania.

Zoptymalizowano nadmiar powietrza na wylocie z komór paleniskowych i ciśnienia w kolektorze gorącego powietrza kotłów.

Zmodernizowano także układy automatycznej regulacji i elementy wykonawcze urządzeń ciągów technologicznych odpowiedzialnych za realizację zoptymalizowanych parametrów pracy kotłów.

W wyniku tych działań osiągnięto redukcję NO_x o ok. 40%.

W chwili obecnej bloki 3 i 4 po przeprowadzonych modernizacjach, podczas których zastosowano, celem redukcji NO_x , palniki niskoemisyjne, osiągają stężenie około $200 \text{ mg NO}_x/\text{Nm}^3$.

Temat

Silniki spalinowe.



fizyka.net.pl

Silniki spalinowe

Silnik - jest to urządzenie energetyczne wykorzystywane do zamiany energii na pracę mechaniczną.

Zasada działania silnika spalinowego polega na zamianie w środku cylindra energii chemicznej paliwa na pracę mechaniczną. Ciepło wyprodukowane podczas spalania paliwa jest skutkiem ogromnego wzrostu ciśnienia w cylindrze, rozprężające się gazy spalinowe przemieszczają tłok, który za pomocą korbowodu wymusza obrót wału korbowego silnika.

W tego typu silnikach spalanie paliw odbywa się bezpośrednio w samej maszynie.

Ze względu na rodzaj spalania wyróżnia się:

- silniki z zapłonem iskrowym
- silniki o zapłonie samoczynnym,
- turbiny gazowe.

Silniki spalinowe

Silniki spalinowe

Silniki z zapłonem iskrowym (Otto silniki)

Paliwa stosowane w tego typu silnikach to częściowo gazy, w szczególności generatorowe, wielkopieczowe oraz koksownicze, a częściowo oleje lekkie takie jak, benzyna czy benzen, rozpraszane przed spalaniem za pomocą odparowywaczy lub wtryskarek.

Zassane paliwo z mieszaniną powietrza zostaje zapalone w cylindrze silnika przez elektrycznie wywołaną iskrę, przez co spalany gaz przy prawie niezmienniej objętości eksplodując zwiększa ciśnienie oraz temperaturę, wprawiając w ruch kolbę wykonuje pracę mechaniczną.

Silniki gazowe znajdują zastosowanie w szczególności jako urządzenia stałe do napędzania generatorów, silników, dmuchaw itd.

Silniki benzynowe w pierwszej kolejności stosowane w ruchu samochodowym.

Silniki spalinowe

Silnik czterosuwowy z zapłonem iskrowym

Iskra wytwarzana jest poprzez przyłożenie do świecy impulsu wysokiego napięcia z cewki indukcyjnej.

Poszczególne etapy pracy:

- ssanie - tłok idzie w dół i z zaworu wlotowego (kolor niebieski) zasysana jest mieszanka paliwowo powietrzna,
 - sprężanie - mieszanka jest adiabatycznie sprężana,
 - praca - po sprężeniu w świecy przeskakuje iskra elektryczna i mieszanka ulega spaleni, gorący gaz rozpręża się adiabatycznie i wykonuje pracę,
 - wydech - otwiera się zawór wylotowy (czerwony kolor) i podczas ruchu tłoka do góry spaliny usuwane są na zewnątrz,
- Następnie cykl się powtarza.



fizyka.net.pl

Silniki spalinowe

Silniki spalinowe

Silniki ze spalaniem przy stałym ciśnieniu (silniki Diesla)

W tych maszynach, w przeciwieństwie do silników Otto, powietrze jest sprężone od 30 do 60 bar ($550 - 600^{\circ}\text{C}$), do którego następuje wtrysk paliwa, co powoduje, że spalanie odbywa się prawie przy jednakowym ciśnieniu.

Paliwami są oleje średnie (oleje gazowe, oleje dieslowe).

Głównym czynnikiem odróżniającym silniki dieslowe od silników Otto jest to, że paliwo dostające się do cylindra ma formę płynną a nie gazową, a do zapłonu dochodzi nie przy pomocy iskry a za pomocą samozapłonu w wysokosprężonym powietrzu.

Silniki spalinowe

Silniki spalinowe

Silniki ze spalaniem przy stałym ciśnieniu (silniki Diesla)

Proces wykonywania pracy w silnikach dieslowych przebiega w wyższych temperaturach, niż w silnikach Otto.

Całkowita sprawność wynosi ponad 40%.

Silniki dieslowe stosowane są zarówno w ruchu samochodowym, jak i w urządzeniach stacjonarnych.

Silniki spalinowe

Silniki spalinowe

Silniki ze spalaniem przy stałym ciśnieniu (silniki Diesla)

Praca silnika jest podobna jak w silniku spalinowym z zapłonem iskrowym, ale paliwem jest olej napędowy, który można sprężyć do bardzo wysokiego ciśnienia. Wtedy następuje samozapłon czyli samoczynne zapalenie mieszanki paliwowo powietrznej.

Silniki Diesla mają dużą sprawność, więc spalają mało paliwa.



fizyka.net.pl

Silniki spalinowe

Silniki spalinowe

Turbiny gazowe

W turbinach gazowych (turbiny spalinowe) generator wprowadzany jest w ruch za pomocą energii pozyskanej z gazów spalinowych, powstałych na skutek spalania paliwa (gaz, olej).

Składnikiem głównym wyposażenia turbiny gazowej są:

- sprężarki (głównie wielostopniowe sprężarki osiowe)
- komory spalania (przeważnie w kształcie pieścienia)
- turbiny.



www.szkolnictwo.pl

Silniki spalinowe

Silniki spalinowe

Turbina gazowa

Jest to silnik turbinowy, którego czynnikiem roboczym jest para wodna doprowadzona z kotła parowego lub reaktora atomowego. Rozgrzana para dostając się otworem z prawej strony powoduje obrót wirnika i wylatuje otworem z lewej strony.

W elektrowni wirnik zamocowany jest na jednym wale z generatorem wytwarzającym prąd elektryczny.



fizyka.net.pl

Silniki spalinowe

Silniki spalinowe

Turbiny gazowe

Ze względu na sposób realizacji ogrzewania i chłodzenia czynnika roboczego turbiny gazowe dzielimy na:

- układ otwarty (najczęściej stosowany),
- układ zamknięty,
- układ kombinowany.

Silniki spalinowe

Silniki spalinowe

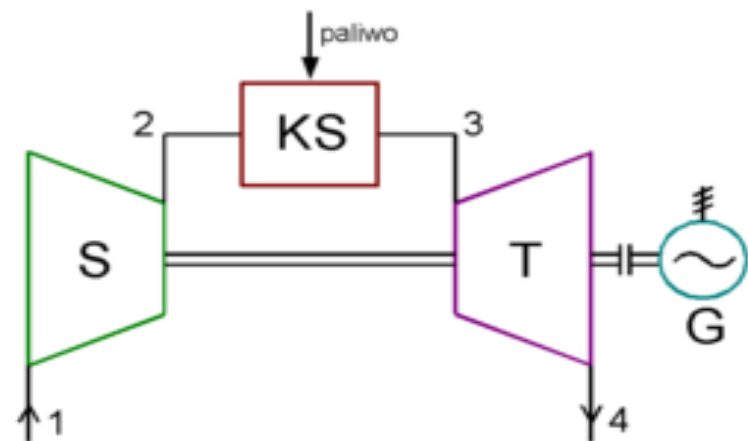
Turbiny gazowe

Obieg otwarty. Powietrze zasysane z zewnątrz zostaje sprężone do ciśnienia 3 do 8 bar, spalanie w komorze spalania paliw ciekłych lub gazowych w temp. ok. 1500°C , temperatura dopływu do turbiny wynosi $600-800^{\circ}\text{C}$, rozprężenie oraz wykonywanie pracy.

Około $2/3$ mocy zostaje zużyte w sprężarce.

Poprawa sprawności poprzez podgrzanie powietrza w wymienniku ciepła, ogrzewanym za pomocą spalin z turbiny.

S - sprężarka,
KS - komora spalania,
T - turbina,
G - generator elektryczny



Silniki spalinowe

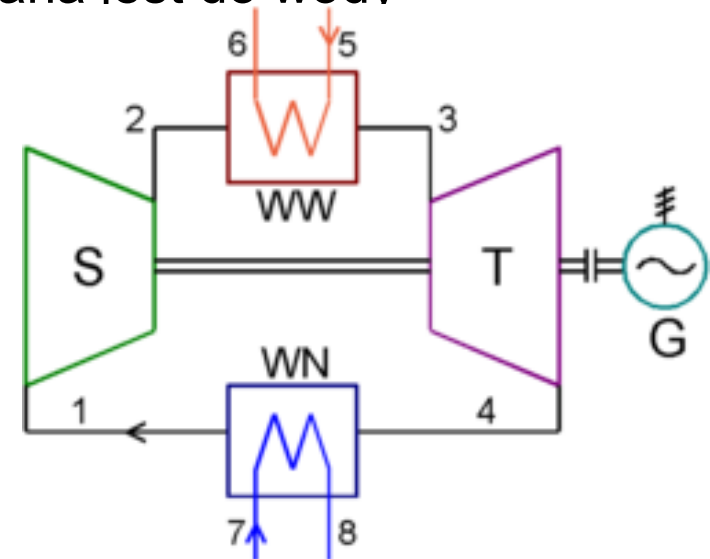
Silniki spalinowe

Turbiny gazowe

Obieg zamknięty (turbiny na gorące powietrze). Powietrze lub inny gaz, przepływa przez zamknięty obieg pod ciśnieniem 10 do 30 bar.

Podgrzanie powietrza następuje w specjalnych kotłach grzewczych z dowolnym paliwem. Rozprężenie następuje w turbinie, sprężanie w sprężarce. Część ciepła odpadowego oddawana jest do wody chłodzącej.

S - sprężarka,
WW - wysokotemperaturowy wymiennik ciepła,
T - turbina,
WN - wymiennik ciepła niskotemperaturowy,
G - generator elektryczny

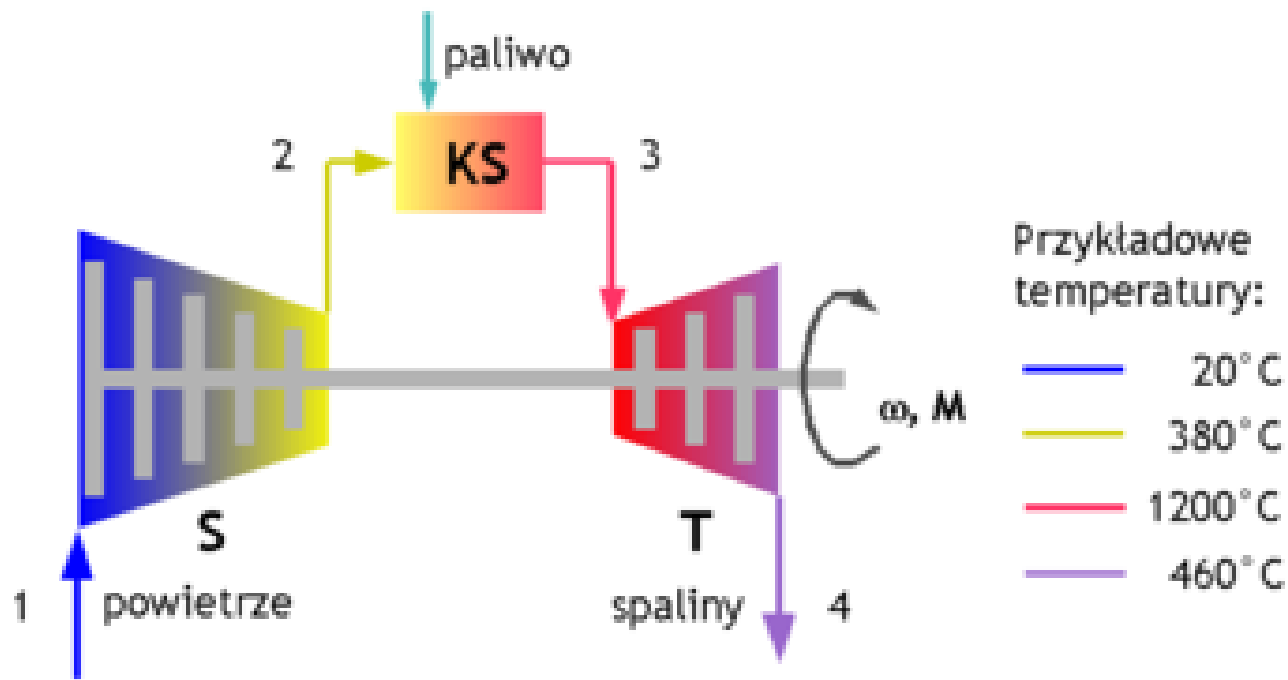


Silniki spalinowe

Silniki spalinowe

Turbiny gazowe

Schemat turbiny gazowej z przykładowymi temperaturami w charakterystycznych punktach układu; S - sprężarka, KS - komora spalania, T - turbina, ω - prędkość kątowa wału, M - moment obrotowy na wale



Silniki spalinowe

Turbiny gazowe

Czynnik roboczy po rozprężeniu w turbinie posiada jeszcze stosunkowo wysoką temperaturę (więc niesie dużą energię).

W układach najprostszych czynnik po opuszczeniu turbiny wydalany jest do otoczenia, co jest przyczyną występowania stosunkowo dużej straty energii. Aby ją ograniczyć stosuje się m.in. rekuperatory, kotły odzyskowe lub inne urządzenia energetyczne, które odzyskują część energii cieplnej z wyrzucanych do otoczenia spalin.

Energia cieplna może być wykorzystywana w celach użytkowych, np. do ogrzewania pomieszczeń lub wody użytkowej, ewentualnie do wytworzenia pary.

Obieg turbiny gazowej jest zwykle otwarty, w odróżnieniu od obiegu zamkniętego, gdzie rozprężony czynnik pozostaje w obiegu obiegu, np. obieg turbiny parowej.

W układzie otwartym czynnik termodynamiczny jest pobierany z zewnątrz (powietrze i paliwo) i po przejściu przez komorę spalania i turbinę oddawany do otoczenia (spaliny).

Urządzenia ciśnieniowe

Urządzenia ciśnieniowe

Na podstawie **Obwieszczenie Ministra Przedsiębiorczości i Technologii z dnia 8 stycznia 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Rozwoju w sprawie wymagań dla urządzeń ciśnieniowych i zespołów urządzeń ciśnieniowych.**

Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 lipca 2016 r. w sprawie wymagań dla urządzeń ciśnieniowych i zespołów urządzeń ciśnieniowych Dz.U. 2016 poz.1036.

Urządzenie ciśnieniowe oznacza zbiorniki, przewody rurowe, osprzęt zabezpieczający oraz osprzęt ciśnieniowy.

W stosownych przypadkach urządzenia ciśnieniowe obejmują elementy umocowane do części poddanych działaniu ciśnienia takich jak: kołnierze, dysze, złączki, podpory, uchwyty do podnoszenia itp.

Urządzenia ciśnieniowe

Dyrektywa o urządzeniach ciśnieniowych

Dyrektywa Unii Europejskiej mająca na celu ujednolicenie przepisów dotyczących urządzeń ciśnieniowych obowiązujących w poszczególnych krajach Unii Europejskiej. Zobowiązuje ona rządy państw członkowskich do stworzenia przepisów zgodnych z dyrektywą.

Dyrektywa odnosi się do urządzeń lub zespołów urządzeń (składających się kilku części tworzących całość, np. elementów orurowania) o najwyższym dopuszczalnym ciśnieniu wyższym niż **0,5 bara** powyżej ciśnienia atmosferycznego. Urządzeniami objętymi dyrektywą są m.in.:

- zbiorniki ciśnieniowe
- kotły parowe
- wymienniki ciepła
- urządzenia do przegrzewania pary
- rurociągi i gazociągi
- urządzenia zabezpieczające (zawory bezpieczeństwa)

Eksplloatujący urządzenie ciśnieniowe może dokonać wymiany:

- 1) manometrów i termometrów;
- 2) armatury zaporowej;
- 3) przyrządów cieczowskazowych;
- 4) zaworów redukcyjnych;
- 5) zaworów bezpieczeństwa;
- 6) urządzeń zasilających.

Urządzenie ciśnieniowe mogą obsługiwać osoby, które:

- 1) posiadają wymagane kwalifikacje dla poszczególnych stanowisk lub zawodów;
- 2) odbyły przeszkolenie w odpowiednim zakresie i wykazały się znajomością instrukcji eksploatacji, praktycznymi umiejętnościami obsługi urządzenia ciśnieniowego oraz znajomością przepisów dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy.

Urządzenia ciśnieniowe

Rodzaje urządzeń podlegających dozorowi technicznemu określa **rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 7 grudnia 2012 r. w sprawie rodzajów urządzeń technicznych podlegających dozorowi technicznemu (Dz. U. 2012 nr 0 poz. 1468)**, wydane na podstawie art. 5 ust. 2 ustawy o dozorcze technicznym (Dz. U. z 2013, poz. 963 ze zm.).

Formy dozoru technicznego, rodzaje, zakres i terminy badań technicznych dla poszczególnych rodzajów urządzeń technicznych określają rozporządzenia ustalające warunki techniczne dozoru technicznego, jakim powinny odpowiadać te urządzenia.

Urządzenia ciśnieniowe

Jeżeli dla urządzenia technicznego nie ma ustalonych warunków technicznych dozoru technicznego, urządzenie to może być projektowane, wytwarzane, naprawiane lub modernizowane na podstawie warunków technicznych ustalonych z organem właściwej jednostki dozoru technicznego (art. 8 p. 6 ustawy o dozorcze technicznym).

- urządzenia ciśnieniowe
- zbiorniki bezciśnieniowe i niskociśnieniowe przeznaczone do magazynowania materiałów trujących lub żrących
- zbiorniki bezciśnieniowe i niskociśnieniowe przeznaczone do magazynowania materiałów ciekłych zapalnych
- urządzenia transportu bliskiego
- dźwigniki
- przenośniki kabinowe i krzeselkowe

Urządzenia ciśnieniowe

Dozorowi technicznemu podlegają między innymi:

1) urządzenia ciśnieniowe, w których znajdują się ciecze lub gazy pod ciśnieniem różnym od atmosferycznego:

a) kotły parowe o pojemności większej niż 2 dm^3 , przeznaczone do wytwarzania pary z cieczy z użyciem ciepła uzyskiwanego z paliwa w wyniku reakcji egzotermicznej lub z energii elektrycznej,

b) kotły cieczowe o pojemności większej niż 2 dm^3 , przeznaczone do podgrzewania cieczy bez zmiany jej stanu skupienia z użyciem ciepła uzyskiwanego z paliwa w wyniku reakcji egzotermicznej lub z energii elektrycznej, z wyjątkiem kotłów cieczowych w instalacjach systemu otwartego,

Urządzenia ciśnieniowe

Dozorowi technicznemu podlegają między innymi:

c) zbiorniki stałe, dla których iloczyn nadciśnienia i pojemności jest większy niż $50 \text{ barów} \times \text{dm}^3$, a nadciśnienie jest wyższe niż 0,5 bara, przeznaczone do magazynowania cieczy lub gazów albo prowadzenia w nich procesów technologicznych, z wyjątkiem grzejników i nagrzewnic powietrza, zbiorników w instalacjach ziębnych o iloczynie nadciśnienia i pojemności nie większym niż $300 \text{ barów} \times \text{dm}^3$, zbiorników w instalacjach chłodniczych z rur o średnicy nie większej niż DN 25 z kolektorami i rozdzielaczami o pojemności każdego z nich nie większej niż 100 dm^3 i przekroju nie większym niż 2 dm^2 oraz zbiorników stanowiących obudowy urządzeń elektrycznych, przewodów energetycznych i telekomunikacyjnych,

Dziękuję za uwagę

Zapraszam na kolejny wykład

