

**Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych
ODDZIAŁ DOLNOŚLĄSKI**



Kazimierz Siwecki

Urządzenia, instalacje i sieci na paliwa gazowe i olejowe

ISBN 978-83-61775-08-9

.....
Wrocław 2016

SPIS TREŚCI

1. Materiały szkoleniowe i tablice podręczne	3
2. Paliwa gazowe	5
3. Urządzenia gazowe	12
4. Palniki na paliwa gazowe	32
5. Urządzenia zabezpieczające i regulacyjne palników i odbiorników gazowych	40
6. Instalacje gazowe	62
7. Układy sieci gazowych	89
8. Olej opałowy	97
9. Kotłownie	105
10. Zasady BHP i ppoż.	121
11. Pytania kontrolne	126
12. Wybrane akty prawne i normy	128

1. MATERIAŁY SZKOLENIOWE I TABLICE PODRĘCZNE

1.1. Materiały szkoleniowe

Dotyczą wybranych zagadnień objętych wymaganiami kwalifikacyjnymi dla osób zajmujących się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci na paliwa gazowe i olejowe zostały opracowane na podstawie literatury i aktualnych ustaw i rozporządzeń:

1. Barczyńska A., Kurlita St. i zespół
Eksploatacja urządzeń sieci instalacji gazowych.
2. Bąkowski K.
Gazyfikacja.
3. Dziedzic T.
Kotłownie na gaz ziemny i płynny. Rynek Instalacyjny 8/99.
4. Koźlecki P., Sław A., Barczyński P., Kupczyk E.
Instalacje gazowe z miedzi.
5. Woźniak L.
Eksploatacja domowych urządzeń gazowych.
6. Zajda R., Tymański B.
Instalacje i urządzenia gazowe.
7. Zajda r., Gebhardt Z.
Instalacje gazowe oraz lokalne sieci gazów płynnych.
8. Mizielińska K., Olszak J.
Gazowe i olejowe źródła ciepła małej mocy.
9. Ustawy i rozporządzenia ministrów: gospodarki, infrastruktury, spraw wewnętrznych oraz normy dotyczące funkcjonowania systemu gazowego.

1.2 Tablice podręczne

Właściwości fizyczne ważniejszych składników gazów palnych (wartości liczbowe zaczerpnięte z normy ISO – 6776)							
Nazwa gazu	Wzór chemiczny	Masa molowa (kg/kmol)	Gęstość normalna (kg/m ³)	Gęstość względem powietrza	Lepkość dynamiczna (Pa · s/m ²) · 10 ⁻⁶	Ciepło spalania (MJ/m ³)	Wartość opałowa (MJ/m ³)
Metan	CH ₄	16,043	0,7175	0,5549	10,22	39,831	35,894
Etan	C ₂ H ₆	30,070	1,3551	1,0481	8,51	70,330	64,38
Propan	C ₃ H ₈	44,097	2,0098	1,5545	7,46	101,15	93,11
n-Butan	C ₄ H ₁₀	58,123	2,7091	2,0953	6,86	134,11	123,86
i-Butan	C ₄ H ₁₀	58,123	2,7068	2,0953	6,92	133,57	123,33
Propen	C ₃ H ₆	42,081	1,9138	1,4802	7,75	93,60	87,59
Wodór	H ₂	2,0159	0,0899	0,0696	8,35	12,752	10,782
Tlenek węgla	CO	28,010	1,2505	0,9672	16,59	12,64	12,64
Azot	N ₂	28,0135	1,2504	0,9671	16,52	-	-
Tlen	O ₂	31,9988	1,4290	1,1053	19,11	-	-
Dwutlenek węgla	CO ₂	44,010	1,9768	1,5289	13,75	-	-
Powietrze		28,9626	1,292923	1,0000	17,08	-	-

Współczynniki przeliczeniowe jednostek ciśnienia							
Jednostka	N/m ² =Pa	kPa	bar	mbar	mm H ₂ O	atm	at
1 N/m ² =1 Pa	1	10 ⁻³	10 ⁻⁵	0,01	0,102	0,987×10 ⁻⁵	1,02·10 ⁻⁵
1 kPa	1000	1	0,01	10	102	0,987×10 ⁻²	1,02 10 ⁻²
1 bar	10 ⁵	100	1	1000	1,02×10 ⁴	0,987	1,02
1 mbar	100	0,1	10 ⁻³	1	10,2	0,987×10 ⁻³	1,02 10 ⁻³
1 mm H ₂ O	9,81	9,81×10 ⁻³	9,81×10 ⁻⁵	9,81×10 ⁻²	1	0,97×10 ⁻⁴	10 ⁻⁴
1 atm	1,01×10 ⁵	101	1,01	1010	10332	1	1,033
1 at	9,81×10 ⁴	98,1	0,981	981	10000	0,968	1

2. PALIWA GAZOWE

Mieszanina gazów palnych i niepalnych pochodzenia naturalnego lub sztucznego stosowana w technice, jako paliwo. Paliwa gazowe mają szerokie zastosowanie w energetyce – wytwarzanie ciepła (a pośrednio energii elektrycznej i mechanicznej) i jako paliwo silnikowe w transporcie.

2.1 Paliwa gazowe stosowane w energetyce

2.1.1. Sztuczne gazy palne

- Gazy otrzymywane metodą odgazowania węgla kamiennego bez dostępu powietrza w zamkniętych komorach ogrzewanych przeponowo w piecach gazowniczych i koksowniczych.
- Gazy otrzymywane przez przetwarzanie paliw ciekłych
- Gazy otrzymywane ze zmieszania gazów otrzymanych z przetworzenia pali stałych i ciekłych z gazami ziemnymi lub propano-butanowymi.

2.1.2. Gazy ziemne

- Gaz ziemny wysokometanowy
Gazem ziemnym nazywa się mieszaninę gazów i par wydobywających się z ziemi zawierająca głównie znaczne ilości metanu (CH_4). Gaz ten wydobywany w Polsce w rejonie Przedgórze i Karpat zawiera średnio 96% CH_4 .
- Gaz ziemny zaazotowany
Gaz ten wydobywany jest na terenie Niżu Polskiego – zawiera mniejsze ilości składnika palnego (CH_4) i niekiedy znaczne ilości składnika niepalnego azotu (N_2). Największe nagromadzenie tego gazu jest w okolicy Ostrowa Wielkopolskiego.
- Gaz kopalniany
Gaz pochodzący z odmetanowania niektórych kopalń węgla kamiennego. Gaz taki jest wysysany z eksploatowanych złóż węgla i sprężany do 200 kPa – zawiera, co najmniej 65% CH_4 .

2.1.3. Gaz płynny

W procesach rozfrakcjonowania ropy naftowej powstają również gazy porafineryjne, jako produkty uboczne procesów rozfrakcjonowania paliw płynnych. Gazy te składają się z ciężkich węglowodorów gazowych pokrewnych składnikom ropy naftowej i gazu ziemnego, a stanowiące źródło otrzymywania gazu propano-butanowego, tzw. gazu płynnego.

Pod nazwą gaz płynny rozumie się gazy: propan, propylen, butan, butylen oraz mieszaniny tych gazów. Najczęściej używany jest propan i butan. Gazy te w temperaturze otoczenia i pod stosunkowo niewielkim ciśnieniem ulegają skraplaniu. Niewielkie ciśnienie potrzebne do skraplania tych gazów, umożliwia ich magazynowanie w stosunkowo cienkościennych, a tym samym i lekkich butlach bądź zbiornikach.

Gaz płynny, niezależnie od jego składu, jest zawsze cięższy od powietrza.

2.1.4. Biogazy

Mieszanina metanu i dwutlenku węgla powstająca podczas beztlenowej fermentacji substancji organicznych. Proces ten odbywa się w naturze (gaz błotny lub gliniany) oraz w wyniku celowego działania w procesach fermentacyjnych pozwalających na rozkład odpadów roślinnych, odchodów zwierzęcych i ścieków.

2.2. Paliwa gazowe przysłościowe

2.2.1. Gaz łupkowy

Metan znajdujący się w skałach łupkowych o niskiej przepuszczalności znajdujący się na głębokości 3-4 km.

2.2.2. Klatrat metanu (metanowy lód, hydrat metanu)

Klatrat metanu – substancja krystaliczna złożona z cząsteczek wody i metanu. Cząsteczki wody tworzą klatki wokół cząsteczek metanu. Złoża klatratu występują pod osadami morskimi oraz na

terenach wiecznej zmarzliny. Z jednego litra klatratu może wydzielić się 170 litrów gazowego metanu.

2.3. Paliwa gazowe stosowane w transporcie

2.3.1. Gaz ziemny (CH_4):

- LNG

Gaz ziemny w postaci ciekłej o temperaturze -162°C (temperaturze wrzenia CH_4). Podczas skraplania objętość redukuje się 630 razy. W handlu światowym $\frac{1}{4}$ gazu ziemnego jest transportowana w postaci skroplonej. Skroplony gaz jest paliwem bardzo czystym, pozbawionym całkowicie wilgoci, posiada liczbę oktanową 130. Do transportu wymagane są zbiorniki kriogenne.

- CNG

Gaz ziemny w postaci sprężonej do ciśnienia 20-25 mPa, służy do napędu pojazdów silnikowych zarówno z zapłonem iskrowym, jak i samoczynnym (wysokoprężnym). Wartość energetyczna 1m^3 gazu w warunkach normalnych (Nm^3) jest w przybliżeniu równa 1l benzyny. Masa 1Nm^3 gazu ziemnego wynosi w przybliżeniu 0,7 kg (w zależności od składu gazu). Pojazdy zasilane CNG wydzielają 70% mniej tlenu węgla, 87% mniej tlenków azotu, 80% mniej węglowodorów (decydujących o powstawaniu smogu) oraz praktycznie 0% siarki i sadzy. W pełni hermetyczny system napełniania zbiorników CNG powoduje praktycznie eliminację oparów przedostających się do atmosfery podczas tankowania. Silniki zasilane CNG pracują znacznie ciszej niż silniki dieslowskie – w granicach 1-3 dB. W praktyce oznacza to, że odległość 7 m od przejeżdżającego pojazdu hałas jest mniejszy o 40%. Różnica ta jest jeszcze większa podczas przyspieszania. Instalacja gazowa CNG (zbiorniki, butle, rury, przewody, armatura) przewidziana jest na wysokie ciśnienie (250 bar), przewody muszą być polimerowe albo stalowe, zbiorniki ze względu na wagę kompozytowe. Wykonanie instalacji zgodnie z rygorystycznymi normami ISO.

2.3.2. LPG

Gazy skroplone $C_3 - C_4$ (propan-butan). Mieszanina propanu C_3H_8 i butanu C_4H_{10} używana jest jako paliwo silnikowe (autogaz). Uzyskiwany jest jak jako produkt uboczny przy rafinacji ropy naftowej oraz ze złóż gazu ziemnego. LPG jest głównie wytwarzane jako źródło zasilania silników benzynowych zarówno gaźnikowych, jak i z jedno i wielopunktowymi układami wtryskowymi, jak również stosowany w samochodach z silnikami dwusuwowymi oraz z silnikami Diesla. Głównym powodem stosowania LPG jako paliwa silnikowego jest jego cena (w Polsce dużo tańszy od benzyny bezołowiowej) i względny ekologiczność (wydziela mniej gazów cieplarnianych), mniejsza toksyczność emitowanych spalin. Instalacja LPG jest niskociśnieniowa więc i zbiornik jest lekki. Liczba oktanowa LPG wynosi 90-120 (liczba metanowa 60-80).

2.4. Charakterystyka i podstawowe własności gazów stosowanych jako paliwa gazowe

2.4.1. Grupy gazów

Paliwa gazowe oraz ich mieszaniny, rozprowadzane sieciami rozdzielczymi na terenie Polski, powinny spełniać wymagania określone normą PN-C-04750-2002 Paliwa gazowe. Klasyfikacja, oznaczenie i wymagania.

Normalizacja podstawowych własności fizykochemicznych gazów wynika z konieczności standaryzacji palników oraz urządzeń gazowych znajdujących zastosowanie w przemyśle i gospodarce komunalnej. W normie tej występuje podział gazów stosowanych w rozprowadzaniu wspólną siecią na 5 grup:

1. Gazy wytwarzane metodami przemysłowymi

- Sn niskokaloryczny $H_s < 9,5 \text{ MJ/m}^3$ [GS-25]*
- Sn średniokaloryczny $9,5 \leq H_s < 28,5 \text{ MJ/m}^3$ [GS-30]*
- Sn wysokokaloryczny $28,5 \leq H_s < 37,9 \text{ MJ/m}^3$ [GS-35]*

2. Gazy ziemne

- L zaazotowane
 $L_m 23,0 \leq W_s < 27,0 \text{ MJ/m}^3$ [GZ-25]*

Ln $27,0 \leq W_s < 32,5 \text{ MJ/ m}^3$

[GZ-30]*

Ls $32,5 \leq W_s < 37,5 \text{ MJ/ m}^3$

[GZ-35]*

Lw $37,5 \leq W_s < 45,0 \text{ MJ/ m}^3$

[GZ-41,5]*

Gazy Ln, Ls, Lw – stosowane lokalnie jako paliwo w gospodarce domowej, komunalnej i w przemyśle. Ls – stosowany powszechnie jak wyżej.

- E wysokometanowe $45 \leq W_s \leq 54,0$

[GZ-50]*

Paliwo gazowe rozprowadzone siecią do odbiorców domowych, komunalnych, przemysłowych i stosowane w silnikach samochodowych.

**symbole według poprzedniej normy*

3. **Gazy skroplone C₃ – C₄**

- B butan techniczny (mieszanina węglowodorów alifatycznych, w których jest co najmniej 95% butanu). Jako paliwo stosowany głównie w butlach turystycznych.
- B/P propan-butan (mieszanina węglowodorów alifatycznych, w których jest od 18% do 55% propanu i co najmniej 45% butanu. Paliwo gazowe stosowane przez odbiorców domowych, komunalnych i przemysłowych oraz w silnikach samochodowych.
- P propan techniczny (mieszanina zawierająca co najmniej 45% propanu). Paliwo stosowane jak B/P.

Gazy grupy 3 rozprowadzane w butlach lub z lokalnych instalacji zbiornikowych.

4. **Mieszanina gazów węglowodorowych z powietrzem**

- GPP mieszanina gazów skroplonych C₃-C₄ z powietrzem $21,8 \leq W_s \leq 25,6 \text{ MJ/m}^3$
 - GPZ mieszanina gazów ziemnych z powietrzem.
- Paliwa gazowe stosowane lokalnie.

5. **Biogazy**

- BG mieszanina metanu i dwutlenku węgla stosowana lokalnie na ogół w miejscu wytwarzania.

2.4.2. Wielkości charakteryzujące paliwa gazowe

Do wielkości charakteryzujące paliwa gazowe zaliczamy: ciepło spalania, wartość opałową, gęstość, liczbę Wobbego, prędkość spalania i granice wybuchowości.

Kaloryczność – określana za pomocą ciepłą spalania i wartości opałowej odniesionej zwykle do jednostki objętości paliwa w warunkach umownych ($p=101325$ Pa, $T=273$ K)).

Ciepło spalania – H_s [MJ/m^3] jest ilością ciepła, jaką otrzymuje się podczas całkowitego spalania 1 m^3 gazu w warunkach normalnych.

Wartość opałowa – Q_{wo} [MJ/m^3] jest ilością ciepłą spalania zmniejszoną o ciepło parowania wody wydzielonej z paliwa podczas spalania (wielkość zmniejszona o około 10% w stosunku do ciepła spalania).

Gęstość właściwa – q [kJ/m^3] jest stosunkiem masy gazu do jej objętości i wyraża masę 1 m^3 gazu w warunkach normalnych.

Gęstość względna – S jest stosunkiem mas jednakowych objętości gazu i powietrza będących w takich samych warunkach ciśnienia i temperatury.

Liczba Wobbego – W [MJ/m^3] jest stosunkiem ciepła spalania gazu do pierwiastka kwadratowego z gęstości względnej gazu. Jest miarą ilości ciepła dostarczanego przez palnik w jednostce czasu przy zachowaniu stałego ciśnienia gazu.

$$W = \frac{Q_{cs}}{\sqrt{S}}$$

Spalanie gazu – reakcja chemiczna polegająca na szybkim łączeniu się ciał palnych z tlenem, przy równoczesnym wydzielaniu dużych ilości ciepła. Spalanie jest możliwe dopiero wtedy, gdy mieszanina gazu palnego z powietrzem zostanie podgrzana do temperatury zapłonu.

Głównymi składnikami spalin są: azot z powietrza, dwutlenek węgla i para wodna. W spalinach, w zależności od konstrukcji palników i przebiegu procesu spalania, występują w mniejszym lub większym stopniu takie zanieczyszczenia, jak: tlenek węgla (CO), tlenki azotu (NO_x) oraz niespalone węglowodory (C_xH_x).

Wyróżnia się trzy rodzaje spalania mieszanin gazu z powietrzem:

- Spalanie ustabilizowane (przebiega ze stałą prędkością np. w palnikach gazowych),
- Spalanie wybuchowe (gwałtowna reakcja rozprzestrzeniania się płomienia połączona z gwałtownym rozprężeniem się powstałych gazów spalinowych),
- Spalanie detonacyjne (występuję w długich przewodach rurowych).

Spalanie zupełne: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

$\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

Spalanie niezupełne: $\text{CH}_4 + 3/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + 2\text{H}_2\text{O}$

$\text{C}_3\text{H}_8 + 7/2 \text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO} + 4\text{H}_2\text{O}$

Ilości powietrza potrzebne do spalania 1 m³ gazu:

gaz węglowy Sn - 4,3 m³

gaz ziemny E - 9,5 m³

gaz płynny GP - 27,5 m³

W czasie spalania się 1 m³ wysokometanowego gazu ziemnego E, wydziela się:

- 1,0 m³ dwutlenku węgla (CO₂),
- 7,5 m³ azotu (N₂),
- 2,0 m³ pary wodnej (H₂O).

W sumie objętość tych produktów spalania gazu wynosi 10,5 m³.

Do spalania 1 m³ gazu ziemnego wyskomentanowego E, potrzeba teoretycznie 9,5 m³ powietrza. Aby proces spalania przebiegał bez zakłóceń i nie doszło do wydzielenia się trującego tlenku węgla i do zatrucia, do pomieszczenia, w którym pracuje urządzenie gazowe praktycznie powinna być dostarczana o wiele większa ilość powietrza, niż podana powyżej. W przypadku palników inżektorowych (a takie występują zazwyczaj w urządzeniach domowych), nadmiar powietrza powinien wynosić 20 do 40%.

Granice wybuchowości

Dla każdego rodzaju gazu istnieje ściśle określony stosunek ilościowy powietrza do gazu przy którym może przebiegać proces spalania. Minimalne stężenie gazu palnego w mieszaninie powietrzno-gazowej, przy którym płomień jeszcze się utrzymuje i rozprzestrzenia, nazywa się **dolną granicą wybuchowości**.

Natomiast maksymalne stężenie gazu w mieszaninie powietrzno-gazowej przy którym płomień się nie rozprzestrzenia, mieszanina nie wybucha a spalanie zanika, nazywa się **górną granicą wybuchowości**.

Granice wybuchowości	dolna	górna
Gaz miejski (Sn)	6%	33%
Gaz ziemny wysokometanowy (E)	5%	15%
Gaz płynny (C ₃ -C ₄)	2%	9%

2.5.3. Kogeneracja

Kogeneracja jest procesem technologicznym, w którym wytwarza się jednocześnie energię elektryczną i ciepło użytkowe. Jeśli dodatkowo wytwarzany jest chłód użytkowy, np.: na potrzeby klimatyzacji to mówimy wówczas o trigeneracji.

Metody kogeneracyjne mogą być wykorzystywane niemal w każdym obiekcie, np. w domach mieszkalnych, budynkach biurowych, w zakładach przemysłowych i lokalnych sieciach ciepłowniczych. Dla domów jedno- i dwurodzinnych oferuje się tzw. mikrokogenerację.

3. URZĄDZENIA GAZOWE

3.1 Klasyfikacja urządzeń gazowych

Urządzenia gazowe klasyfikują się wg kryteriów, które pozwalają na jednoznaczną identyfikację urządzenia:

- rodzaj urządzenia (konstrukcja urządzenia, funkcję jakie spełnia),
- wielkość urządzenia (ilość palników, moc, pojemność),
- typ urządzenia (sposób doprowadzania powietrza i odprowadzania spalin),
- kategoria urządzenia (rodzaj spalanego paliwa gazowego),
- postać i odmiana

Jednym z ważniejszych podziałów jest klasyfikacja wg typu urządzenia, w której typ określa sposób doprowadzania powietrza do spalania, a także sposób odprowadzania spalin. I tak:

- o Typ A – urządzenia pobierające powietrze z pomieszczenia i odprowadzające spaliny do pomieszczenia, w którym są zamontowane.

- o Typ B – urządzenia pobierające powietrze z pomieszczenia, w którym są zamontowane i odprowadzające je do komina przewodu spalinowego, przy czym odprowadzanie to odbywa się;
 - Typ B1 – na zasadzie ciągu naturalnego.
 - Typ B2 – na zasadzie ciągu wymuszonego, gdy wentylator odciągowy nie jest częścią urządzenia.
 - Typ B3 – na zasadzie ciągu wymuszonego przez wentylator palnika nadmuchowego lub wentylator będący częścią urządzenia.
- o Typ C – urządzenie z komorą spalania odciętą od atmosfery pomieszczenia, w którym się znajdują, pobierające powietrze z zewnątrz na zasadzie ciągu naturalnego i odprowadzające spaliny do przewodu kominowego.
- o Typ C1 – urządzenia z komorą spalania odciętą od atmosfery pomieszczenia, w którym się znajdują, pobierające powietrze i wydalające spaliny dwoma niezależnymi przewodami lub przewodem współśrodkowym przez ścianę do atmosfery na zasadzie ciągu naturalnego.
- o Typ C2 – urządzenia z komorą spalania odciętą od atmosfery pomieszczenia, w którym się znajdują, pobierające powietrze i wydalające spaliny przez zbiorczy, powietrzno-spalinowy przewód kominowy, na zasadzie ciągu naturalnego (typ zanikający w Europie).
- o Typ C3 – urządzenia z komorą spalania odciętą od atmosfery pomieszczenia, w którym się znajdują, pobierające powietrze i wydalające spaliny na zasadzie ciągu wytworzonego za pomocą wentylatora:
 - Typ C3.1 – do zbiorczego, powietrzno-spalinowego przewodu kominowego,
 - Typ C3.2 – ponad dach za pomocą podwójnego współśrodkowego rurowego przewodu powietrzno-spalinowego, przez który dopływa powietrze do spalania (rura zewnętrzna) i odpływają spaliny (rura wewnętrzna).

- Typ C3.3 – przez ścianę zewnętrzną za pomocą podwójnego przewodu powietrzno-spalinowego, przez który dopływa powietrze do spalania (rura zewnętrzna) i odbywają spaliny (rura wewnętrzna).

3.2. Podstawowe rodzaje urządzeń gazowych

Urządzenia do przygotowywania posiłków:

- KG- kuchenka gazowa dwu lub cztero palnikowa o mocy do 8,5 kW
- gazowa kuchnia ceramiczna
- kuchenka gazowo-elektryczna (bez symbolu) wyposażona w palniki gazowe o łącznej mocy 3,6 kW i płytę elektryczną grzejną o mocy do 4,5Kw
- KDP- kuchenka gazowa z piekarnikiem o łącznej mocy do 11,5 kW z 4 palnikami nawierzchniowymi i palnikiem piekarnika
- PG- piekarnik gazowy o mocy 3 kW
- RG- rożno gazowe o mocy 2-6 kW

1. Urządzenia do podgrzewania wody

- GGPW - grzejnik gazowy wody przepływowej, w tym terma gazowa o mocy 9 kW i piecyki kąpielowe o mocy do 28 kW
- ZGW - grzejnik wody zbiornikowy, moc zależy od objętości zbiornika

2. Ogrzewacze pomieszczeń i promienniki

- -OGW - ogrzewacz pomieszczenia konwekcyjny lub OGW-W z wymuszonym przepływem powietrza, oznaczenie stosowane jest zarówno dla ogrzewaczy z otwartą jak i zamkniętą komorą spalania,
- -OGPK- ogrzewacz promiennikowy, kominiek gazowy
- -OGP- promiennik gazowy

3. Kotły grzewcze:

- KGGW-N – kocioł gazowy wodny niskotemperaturowy do 100°C
- KGGW-N-K – kocioł gazowy wodny niskotemperaturowy kondensujący

- KGGW-N-D – kocioł gazowy wodny niskotemperaturowy dwufunkcyjny
- KGGW-S – kocioł gazowy wodny średnotemperaturowy do 115°C

Wielkość określa się wg norm przedmiotowych danego urządzenia lub kryterium producenta. Najczęściej podaje się parametr charakterystyczny dla danego urządzenia np. ilość palników, moc nominalna, pojemność.

3.2.3. Urządzenia grzewcze powszechnego użytku

Obecnie dostępne są następujące urządzenia grzewcze powszechnego użytku:

1. Kotły gazowe stojące,
2. Kotły gazowe stojące wyposażone w zbiornik ciepłej wody użytkowej,
3. Kotły gazowe wiszące,
4. Kotły gazowe wiszące dwufunkcyjne,
5. Kotły gazowe kondensujące,
6. Ogrzewacze pomieszczeń gazowe konwekcyjne (grawitacyjne i z przepływem wymuszonym powietrzem),
 - z otwartą komorą (typu B)
 - z zamkniętą komorą spalania (typu C)
7. Promiennik gazowy (typu A)
 - konwekcyjne
 - kondensujące.

Ich konstrukcja umożliwia ogrzewanie pomieszczeń mieszkalnych niemal w każdej możliwej sytuacji budowlanej. W przypadku, gdy istnieją wolne przewody kominowe można zastosować po zainstalowaniu w nim odpowiedniego przewodu ze stali nierdzewnej, klasyczny kocioł gazowy lub ogrzewacz pomieszczeń z otwartą komorą spalania. Przy braku przewodów kominowych można stosować ogrzewacze konwekcyjne z zamkniętą komorą spalania i wyprowadzeniem spalin poprzez ścianę budynku (5 kW) lub zastosować kocioł ze specjalnym przewodem powietrzno-spalinowym wyprowadzonym powyżej dachu budynku. Promienniki gazowe bez odprowadzenia spalin mogą być stosowane wyłącznie pod okapem

z odprowadzeniem spalin lub w pomieszczeniach otwartych - balkon, taras, altanki itp.

3.2.4.1. Podział i budowa kotłów

Najczęściej stosowanym kryterium podziału kotłów jest **materiał, z jakiego są zbudowane**. Produkowane są kotły:

- żeliwne,
- stalowe.
- z materiałów odpornych na korozję (stal nierdzewna, stopy aluminium).

Kotły żeliwne charakteryzuje budowa członowa. Wszystkie środkowe człony są takie same i po złożeniu tworzą przestrzeń komory spalania i układ przewodów spalinowych wewnątrz kotła. Każdy z członów ma wewnątrz przestrzeń do przepływu wody. Różne są natomiast człony: przedni i tylny, przy ustawieniu członów jeden za drugim (kotły olejowe i gazowe z palnikami nadmuchowymi) lub boczne - przy ustawieniu członów obok siebie (kotły gazowe z palnikami atmosferycznymi).

Stosowane są różne kształty członów. Człony od strony spalin mają bolce i ożebrowania. Zwiększają one powierzchnię wymiany ciepła i jednocześnie wpływają na wzrost burzliwości przepływu spalin, czego wynikiem jest lepsze przekazywanie ciepła.

Uwzględniając zmianę kierunku przepływu spalin, kotły żeliwne mogą być: jedno-, dwu- lub trzyciągowe. Kotły jednociągowe, to kotły gazowe z palnikami atmosferycznymi. Kotły z palnikami nadmuchowymi (wentylatorowymi) najczęściej produkowane są jako trójciągowe, co prócz zmniejszenia straty kominowej (większa sprawność), obniża emisję NO_x . Spalać w nich można zarówno gaz, jak i olej.

Kotły stalowe wykonywane są najczęściej jako jednoelementowe – tylko niektóre, większe, składają się z połówek. Transportuje się je w całości, a komora spalania, przewody spalinowe, osłona przestrzeni wodnej połączone są w sposób trwały.

Uwzględniając sposób omywania powierzchni ogrzewalnych przez spaliny, można rozróżnić następujące kotły stalowe (rys. 1).

- opłomkowe (wodnorurkowe),
- płomieniówkowe,

- płomienicowo- płomieniówkowe,
- inne.

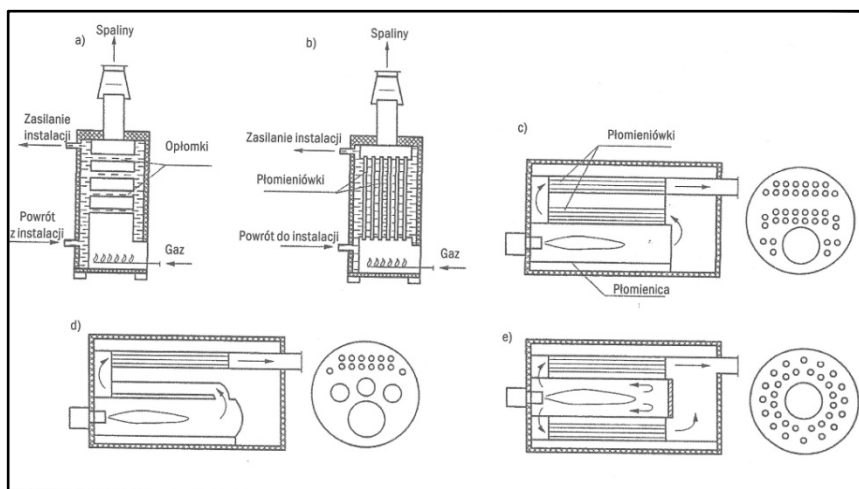
Kotły wykonane ze stopów aluminium lub ze stali nierdzewnej są to kotły kondensacyjne. Nowoczesne kotły kondensacyjne najczęściej wykonuje się jako kotły ze zintegrowanym kondensacyjnym wymiennikiem kotłowym. Są również rozwiązania składające się z dwóch części: niekondensacyjnej i kondensacyjnej – w postaci wymiennika kondensacyjnego wykonanego z materiałów odpornych na działanie skroplin.

Innym kryterium podziału kotłów jest **możliwość wykraplania się pary wodnej ze spalin**. Pod tym względem wodne kotły niskotemperaturowe można podzielić na:

- tradycyjne,
- o obniżonych parametrach,
- kondensacyjne.

Kotły tradycyjne charakteryzują się utrzymywaniem stałej temperatury wody, zbliżonej do 90°C, przy czym temperatura spalin zawiera się w granicach 180-250°C. W kotłach tego rodzaju konieczne jest zastosowanie w układzie hydraulicznym kotłowni rozwiązań zapobiegających wykraplaniu się pary wodnej w przestrzeniach spalinowych kotła, co sprowadza się do zapewnienia odpowiedniej temperatury wody powracającej do kotła. Podawana jest ona zwykle przez producenta kotła, a przy braku danych można przyjąć: dla kotłów opalanych gazem - co najmniej 55°C, dla kotłów opalanych olejem opałowym - co najmniej 45°C.

Jest to temperatura nieco wyższa od temperatury punktu rosy dla produktów spalania gazu i oleju. W temperaturze odpowiadającej punktowi rosy następuje kondensacja pary wodnej zawartej w spalinach i wykraplanie się wody. Kropelki wody w połączeniu z SO₂ i NO_x ze spalin tworzą silne kwaśne roztwory, mogące być przyczyną przyspieszonej korozji powierzchni ogrzewalnych kotła.



Rys. 1. Podstawowe typy kotłów stałowych: a) oplomkowy - jednociągowy z gazowym palnikiem atmosferycznym, b) płomieniówkowy - jednociągowy z gazowym palnikiem atmosferycznym, c) płomienicowo-płomieniówkowy - trójciągowy, płomienica otwarta z tyłu, d) płomienicowo-płomieniówkowy - trójciągowy, płomienica otwarta, różne grubości płomieniówek, e) płomienicowo-płomieniówkowy, płomienica zamknięta z tyłu - można uznać za trójciągowy.

Tradycyjne kotły niskotemperaturowe utrzymują najczęściej stałą temperaturę wody kotłowej, niezależną od zmian temperatury zewnętrznej. Do regulacji temperatury wody płynącej do instalacji grzewczej służą zawory mieszające, w których następuje podmieszanie wody gorącej z chłodniejszą wodą powracającą z instalacji. Sprawność tradycyjnych kotłów niskotemperaturowych opalanych gazem lub olejem nie przekracza 90%.

Kotły o obniżonych parametrach (zwane powszechnie, aczkolwiek błędnie, „niskotemperaturowymi”) są nowoczesnymi konstrukcjami i osiągają sprawność do 96%. Jest to możliwe głównie dzięki mniejszej stracie kominowej (niższa temperatura spalin) i mniejszym stratom ciepła powodowanym wymianą ciepła z otoczeniem (a to za sprawą niższej temperatury wody w kotle). Są one jednocześnie bardzo dobrze zaizolowane cieplnie.

W tego rodzaju kotłach temperatura wody wypływającej z kotła nie przekracza 75°C i może się zmieniać w zależności od zmian temperatury zewnętrznej. Również temperatura spalin jest niższa i wynosi zwykle $120\div 160^{\circ}\text{C}$. Odpowiednie rozwiązania materiałowe i konstrukcyjne sprawiają, iż w niektórych kotłach, temperatura wody

powracającej do kotła może być obniżona (nawet do 40°C przy opalaniu gazem, a do 30°C przy opalaniu olejem) bez niebezpieczeństwa wykroplenia się pary wodnej ze spalin. Zawsze jednak należy utrzymywać jej wartość zgodnie z zaleceniami producenta.

Pod względem typu urządzeń kotły gazowe budowane są jako urządzenia B1 (najczęściej grupa kotłów domowych), B3 oraz C (wszystkie podtypy). W zależności od typu kotły wyposażone są różną armaturę zabezpieczającą, a w zależności od standardu w różną armaturę sterująco-regulacyjną.

Armatura ta musi spełniać co najmniej takie funkcje jak:

- zabezpieczać przed wypływem niespalonego gazu,
- wyłączać palniki przy braku ciągu kominowego,
- wyłączać kocioł przy przekroczeniu parametrów granicznych.

Od typu do jakiego należy kocioł zależy również rodzaj palnika. W kotłach stosowane są prawie wszystkie znane konstrukcje palników od najprostszych inżektorowych, poprzez rurowe-szczelinowe z prętami obniżającymi emisję NO_x, palniki blokowe-gazowe i gazowo-olejowe, palniki z recyrkulacją spalin, aż po palniki promieniujące najnowszej generacji emitujące do 15 ppm NO_x i 30 ppm CO. Przy doborze kotła należy zwracać uwagę na takie uwarunkowania jak:

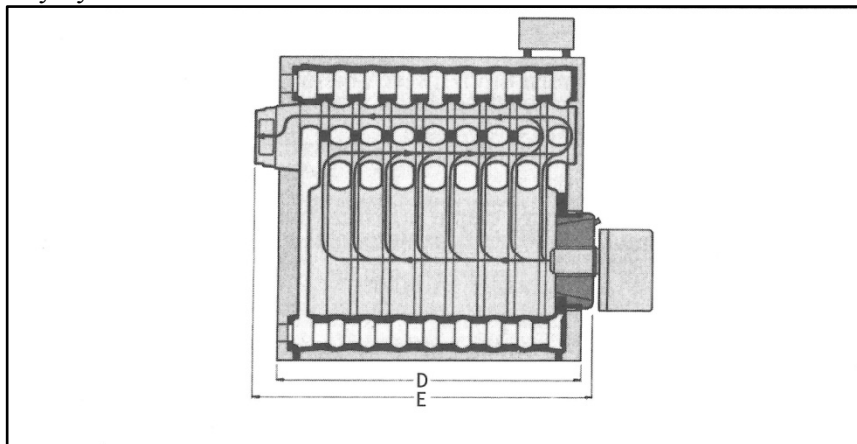
- system centralnego ogrzewania, z którym kocioł będzie współpracował,
- zapotrzebowanie ciepła,
- rodzaj ogrzewania w obiekcie (podłogowe, grzejnikowe, nagrzewnice wentylacyjne itp.),
- lokacja kotła i system odprowadzania spalin,
- przeznaczenie kotła do ogrzewania wody obiegu grzewczego bądź także do ogrzewania wody dla celów użytkowych,
- rodzaj obiektu i związane z tym wymagania szczególne (np. w szpitalach wymagany jest drugi układ zasilania paliwem na wypadek braku gazu – stąd preferowane są kotły z palnikami gazowo-olejowymi).

3.2.4.2. Kotły z palnikami nadmuchowymi

Kotły z palnikami nadmuchowymi pracują przy mniejszym współczynniku nadmiaru powietrza. Przy spalaniu powstaje więc mniej spalin, a co za tym idzie mniejsze są straty ciepła. W starszych

konstrukcjach, mieszanina gazu z powietrzem wypływa z palnika jednym otworem przez co płomień był większy i do jego wielkości był dostosowany wymiennik ciepła. Budowane są również palniki, w których do komory spalania wpływa mieszanka wieloma otworami.

Dla takich palników komora spalania jest mniejsza i wymienniki ciepła swym kształtem bardziej przypominają kotły z palnikami inżektorowymi. Kotły z palnikami nadmuchowymi często budowane są jako kondensacyjne, ponieważ mają one już wentylator konieczny do usunięcia spalin. Kotły te jednak są znacznie droższe od kotłów zwykłych.



Rys. 2. Schemat kotła z palnikiem nadmuchowym

3.2.4.3. Kotły kondensacyjne

Kotły kondensacyjne są urządzeniami grzewczymi, w których wykorzystuje się dodatkowo ciepło kondensacji (skraplania) pary wodnej zawartej w spalinach. Spaliny schładzane są do temperatury niższej, niż temperatura punktu rosy. Para wodna zawarta w spalinach zmienia stan skupienia z gazowego na ciekły, a wydzielające się podczas tej przemiany fazowej ciepło służy do dodatkowego podgrzania wody kotłowej. Kotły kondensacyjne najwyższe sprawności osiągają wtedy, gdy temperatura wody w kotle utrzymywana jest na niskim poziomie $40 \div 50^{\circ}\text{C}$. Bardzo niska jest również temperatura spalin, która wynosi $50 \div 80^{\circ}\text{C}$. Nie ma przy tym żadnych ograniczeń odnoszących się do minimalnej temperatury wody powracającej do kotła, przeciwnie – im jest ona niższa, tym lepiej wykorzystywane jest zjawisko

kondensacji pary wodnej i wyższa jest sprawność tych kotłów. Maksymalnie może dochodzić do 109% (w przypadku gazu ziemnego).

Oczywiście niemożliwe jest osiągnięcie przez urządzenie energetyczne sprawności powyżej 100%. Jednakże tradycyjne sprawności kotłów odnosi się do wartości opałowej paliwa, a nie do ciepła spalania, które jest wielkością większą od wartości opałowej, bo zawiera dodatkowo ciepło kondensacji. Sprawność kotła kondensacyjnego w zależności od ciepła spalania paliwa jest zawsze mniejsze niż 100%.

W konstrukcji kotłów kondensacyjnych musi być uwzględniona specyfika pracy tych urządzeń. Najważniejsze zasady budowy nowoczesnych kotłów kondensacyjnych są następujące:

- elementy mające kontakt z kondensatem muszą być odporne na korozję;
- konstrukcja kotła musi umożliwiać zbieranie i niezakłócone odprowadzenie kondensatu;
- spływ skroplin powinien być we współprądzie z przepływem spalin (by ułatwić spływ skroplin);
- skropliny nie mogą zraszać palnika;
- woda kotłowa powinna płynąć w kierunku przeciwnym niż spaliny (zwiększona intensywność wymiany ciepła - zwiększone chłodzenie spalin i wykraplanie się pary wodnej – lepsze wykorzystanie ciepła utajonego);
- naciśnieniowy układ odprowadzania spalin (ze względu na niską temperaturę spalin i niemożność uzyskania wystarczającego naturalnego ciągu kominowego).

3.2.4.4. Piece do ogrzewania ciepłym powietrzem

W wielu krajach wykonywane są również piece, w których od spalin ogrzewa się nie woda, która oddaje ciepło w grzejnikach w poszczególnych pomieszczeniach, lecz powietrze po podgrzaniu systemu kanałów rozprowadzane jest po budynku. Piec taki wymaga większego wymiennika ciepła, gdyż po obu stronach współczynniki wnikanie ciepła są niskie. Ogólnie biorąc powierzchnia wymiany ciepła musi być około dwukrotnie większa. Przy tego rodzaju ogrzewania musi być wykonany system kanałów rozprowadzających ciepłe powietrze i odprowadzających powietrze chłodzone do pomieszczeń, gdzie jest podgrzewane. W budynkach istniejących wykonanie takiego systemu

może być bardzo kłopotliwe. Natomiast w nowobudowanych wykonanie kanałów w ścianach może okazać się korzystne. Przy eksploatacji takich pieców występuje pewne niebezpieczeństwo. Polega ono na tym, że w przypadku przepalania wymiennika ciepła trujące spaliny mogą przedostać się do wnętrza ogrzewanego pomieszczenia. Muszą być zastosowane zabezpieczenia techniczne takie jak np. zamknięcie paliwa w komorze o obniżonym ciśnieniu, które uniemożliwia przedostanie się spalin do ogrzewanego powietrza.

3.2.5. Urządzenia grzewcze stosowane w przemyśle

Przy ogrzewaniu pomieszczeń przemysłowych odchodzi się obecnie od poprzednio stosowanego powszechnie centralnego ogrzewania, zwłaszcza w przypadku pracy na jedną lub dwie zmiany. Stosowane są następujące urządzenia grzewcze:

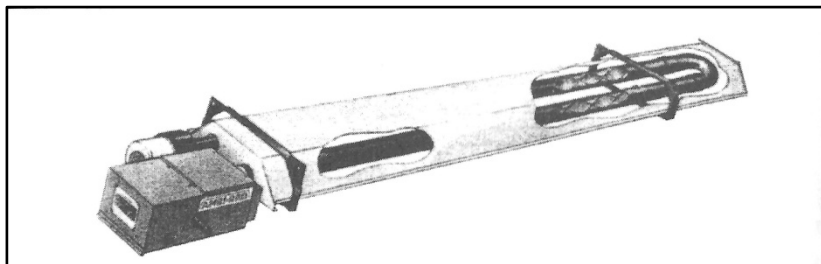
1. Nagrzewnice powietrza,
2. Nagrzewnice powietrza kondensujące,
3. Ogrzewacze pomieszczeń typu rura promieniująca,
4. Promiennik gazowy,
5. Nagrzewnice powietrza bezwymennikowe

Szczególnie atrakcyjne ekonomicznie jest ogrzewanie pomieszczeń przemysłowych lub usługowych na drodze promieniowania. Uzyskane oszczędności energii w porównaniu z tradycyjnym ogrzewaniem centralnym, dochodzi do 35÷40% dla budynków nowoczesnych o dobrej izolacji i nawet 60% dla budynków źle izolowanych. Oszczędności te znacznie rosną przy pracy jednozmianowej, ze względu na szybki rozruch ogrzewaczy tego typu. Przy zastosowaniu ogrzewania na drodze promieniowania możliwe jest ogrzewanie bezpośrednio ludzi i stanowisk pracy, bez konieczności ogrzewania całych budynków. Nagrzewnice powietrza bezwymennikowe stosowane są przeważnie do ogrzewania powierzchni magazynowych, w których ludzie przebywają rzadko.

3.2.5.1 Rury promieniujące

Do ogrzewania dużych pomieszczeń jak hale fabryczne czy kościoły, mogą znaleźć zastosowanie tzw. rury promieniujące. Urządzeniami tymi wyposażonymi w komplet wymaganych

zabezpieczeń są rury, wewnątrz których przepływają gorące produkty spalania gazu. Podczas spalania gazu powierzchnie rury nagrzewają się do temperatury kilkuset °C promieniując energię do wnętrza pomieszczenia. Nad rurą znajdują się reflektory odbijające promienie podczerwone w dół. W celu zwiększenia współczynnika wnikania ciepła od spalin do ścianek rury, wewnątrz rury zamontowane są urządzenia zaburzające strugę przepływających spalin (rys.3).



Rys. 3. Rura promieniująca.

Powietrze do spalania gazu doprowadzane jest najczęściej z zewnątrz, natomiast produkty spalania są wydmuchiwane do atmosfery przez zabudowany wentylator. Przy stosowaniu tego rodzaju ogrzewaczy zbędny jest klasyczny system centralnego ogrzewania, gdyż energia przenoszona jest przez promieniowanie. W pomieszczeniach tak ogrzewanych jest w miarę równomierny rozkład temperatur w porównaniu do ogrzewania konwekcyjnego.

Ogrzewanie pomieszczeń przy pomocy tego rodzaju rur promieniujących daje znaczne oszczędności w zużyciu gazu, sięgające kilkudziesięciu procent. Wynika to z tego, że ciepło przenoszone przez promieniowanie wydzielą się i ogrzewa te powierzchnie, na które pada. Od tych powierzchni ogrzewa się dopiero powietrze.

Azot i tlen będący głównymi składnikami powietrza nie absorbują promieniowania podczerwonego. Wskutek tego rozkład temperatur na wysokości hali jest mniej zróżnicowany niż przy ogrzewaniu konwekcyjnym. Przy ogrzewaniu konwekcyjnym nośnikiem ciepła jest powietrze. Ponieważ powietrze cieplejsze jest lżejsze, będzie się ono gromadziło w górnych strefach pomieszczenia. Wyższa temperatura w górnych częściach hali zwiększa straty ciepła do otoczenia, gdyż straty te są proporcjonalne do różnicy temperatur wewnątrz i na zewnątrz hali.

Przy ogrzewaniu przy pomocy promieniowania podczerwonego ludzie przebywający na strefie jego oddziaływania odczuwają ciepło przy niższej temperaturze otaczającego powietrza, a więc w pomieszczeniu można utrzymywać o 2-3°C niższą temperaturę. Innym czynnikiem mającym znaczenie gdy praca w pomieszczeniu odbywa się na jedną lub dwie zmiany jest fakt, że rozgrzanie pomieszczenia trwa znacznie krócej. Przy ogrzewaniu konwekcyjnym rozgrzewanie takie trwa ok. 3 godzin, podczas, gdy przy ogrzewaniu promiennikowym wystarczy około pół godziny, aby przedmioty w strefie działania ludzi i podłogi nagrzały się do temperatury umożliwiającej pracę. Rury takie produkuje się o mocy od ok. 6 do 40 kW i długości od ok. 3 do 9 m w zależności od przewidywanej intensywności ogrzewania. Posiadają wbudowany wentylator dzięki czemu spaliny są odprowadzane na zewnątrz budynku.

3.2.5.2. Ogrzewacze pomieszczeń i promienniki

Podział na ogrzewacze pomieszczeń i promienniki wynika jedynie ze sposobu odprowadzania spalin. Ogrzewacze pomieszczeń muszą mieć odprowadzenie spalin na zewnątrz pomieszczeń, w których pracują – jako urządzenia typu B lub C, natomiast promienniki mogą być również urządzeniami typu A (spaliny odpływają do otoczenia promiennika). Dla odróżnienia, promienniki typu B lub C nazywa się ogrzewaczami promiennikowymi pomieszczeń (OGP). Ogrzewacze te ponad 70% ciepła oddawanego do pomieszczenia przekazują na drodze promieniowania. W grupie tych urządzeń są rury promieniujące i wszystkie promienniki zamknięte szybą termoodporną.

Ogrzewacze, w których 70% ciepła oddawanego do pomieszczenia przekazywane jest na drodze konwekcji naturalnej lub wymuszonej nazywa się ogrzewaczami konwekcyjnymi pomieszczeń (OGK). Z grupy tej najbardziej popularne są ogrzewacze naściennne lub podokienne oraz tzw. kaloryfery bazowe podłączone do komina.

Ogrzewacze, w których oddawanie ciepła następuje mniej więcej jednakowo zarówno przez promieniowanie jak i przez konwekcję nazywa się ogrzewaczami promiennikowo-konwekcyjnymi pomieszczeń (OGPK). Gazowe ogrzewacze pomieszczeń są niewątpliwie najbardziej ekonomicznymi urządzeniami grzewczymi, ponieważ co najmniej 78% energii pierwotnej zawartej w paliwie dla ogrzewaczy o mocy 3,5 kW oraz 82% dla większych, wykorzystana jest

właśnie do celów grzewczych. Ogrzewacze promiennikowe mają jeszcze tę zaletę, iż mogą przekazywać ciepło w wybrane obszary pomieszczenia np. na stanowiska robocze hal fabrycznych, co pozwala na uniknięcie niepotrzebnego podgrzewania olbrzymich mas powietrza wentylującego tę halę.

W promiennikach typu A ciepło ze spalania gazu prawie w 100% oddawane jest do otoczenia, jednak ze względu na towarzyszące temu zatrucie atmosfery spalinami wyklucza się stosowanie tych urządzeń do ogrzewania pomieszczeń zamkniętych. Urządzenia te są stosowane do ogrzewania na werandach, w restauracjach ogrodowych, pod wiatami, na przystankach itp. Należy zwrócić uwagę, że pomimo mylnych informacji przekazywanych niekiedy przez sprzedawców, a także wprowadzanych przez producentów do instrukcji obsługi – nie wolno stosować promienników (głównie popularnych promienników przenośnych z butlą zabudowaną wewnątrz) do ogrzewania zamkniętych pomieszczeń, przeznaczonych na stały pobyt ludzi. Dotyczy to również promienników z tzw. katalitycznym spalaniem lub reklamowanymi czujnikami szkodliwej atmosfery. Czujnikiem tym jest precyzyjnie wykonany palnik pilotujący, który po okresie rozruchowym zasysa tyle powietrza pierwotnego, że pracuje bardzo blisko granicy stabilności.

Pojawienie się spalin w zasysanym powietrzu (stężenie CO₂ w granicach 0,8-1,5%) powoduje odrywanie płomienia w palniku pilotującym, co pociąga za sobą wyłączenie zabezpieczenia przeciwwypływowego (termopara zabezpieczenia zanurzona jest w płomieniu pilotującym). Czujnik ten zabezpiecza przed uduszeniem użytkownika pomieszczenia, jednak nie zabezpiecza przed szkodliwym oddziaływaniem spalin w mniejszych stężeniach. Dla uzmysłowienia skali potencjalnego zagrożenia należy sobie zdać sprawę, że powietrze z zawartością 0,5 do 1% CO₂ wdycha się będąc pochylonym nad kuchenką z zapalonymi palnikami. Natomiast, jeżeli do palnika pilotującego ogrzewacza promiennikowego dopływać będzie penetrujące dołem pomieszczenia, zimne, świeże powietrze – to stężenie CO₂ w środkowej strefie pomieszczenia może osiągnąć jeszcze wyższe wartości.

W ogrzewaczach pomieszczeń typu B, przed wypływem spalin do pomieszczenia chroni czujnik ciągu kominowego. Pod względem bezpieczeństwa użytkownika urządzenia te ustępują jednak ogrzewaczom typu C z zamkniętą komorą spalania, które nie pobierają

do spalania powietrza z ogrzewanego pomieszczenia, a tym samym pozwalają na swobodną regulację działania wentylacji w tym pomieszczeniu w dostosowaniu do potrzeb przebywających w nim ludzi. W przypadku urządzeń typu B część powietrza z pomieszczenia zostaje zużyta do spalania.

Wyposażenie ogrzewaczy i promienników jest bardzo zróżnicowane. Najprostsze promienniki wyposażone są jedynie w zawór regulacyjny z zabezpieczeniem termoelektromagnetycznym, wyłączającym promiennik w przypadku zaniku płomienia. Bardziej skomplikowane urządzenia gazowe tego typu wyposażone są w opisany powyżej czujnik atmosfery szkodliwej.

Ogrzewacze typu B1 muszą być wyposażone w czujniki ciągu kominowego zamontowany na przerywaczu ciągu i zabezpieczenie przeciwwypływowe, natomiast w ogrzewaczach typu B3 i C instaluje się czujniki przepływu spalin w czopuchu. Do regulacji mocy stosuje się, w zależności od standardu ogrzewacze lub promiennika, zawory ręczne, termoregulatory lub programatory temperaturowo-czasowe. Armatura ta reguluje moc palników, których konstrukcja jest związana ze sposobem odprowadzania ciepła z ogrzewacza.

Ogrzewacze promiennikowe i promienniki wyposażone są w palniki ceramiczne kanalikowe lub porowate, nasycone często katalizatorami, ułatwiającymi spalanie gazu w niskich temperaturach przy tworzeniu jedynie śladowych ilości tlenku węgla i tlenków azotu. W prostych promiennikach stosowane są również palniki z osłoną płomienia z perforowanej rury z blachy żaroodpornej, przy czym palniki te charakteryzują się bardzo dużym zakresem regulacji (od 1:10). W rurach promieniujących instaluje się automatyczne lub półautomatyczne palniki nadmuchowe, a także przy stosowaniu wentylatora na odciągu spalin – palniki z kontrolowaną iniekcją powietrza (brak iniekcji odcina dopływ gazu). W ogrzewaczach promiennikowo-konwekcyjnych najczęściej stosowane są iniekcyjne palniki rurowe o małym zasysaniu powietrza pierwotnego, których płomienie dopalają się przepływając przez kanały w sztucznym palenisku węglowym lub sztucznych polanach wykonanych z materiałów ceramicznych, często z dodatkiem katalizatorów i barwników płomienia.

W ogrzewaczach konwekcyjnych stosuje się typowe palniki iniekcyjne, najczęściej rurowe, których płomienie ogrzewają powietrze w wymiennikach ciepła. W przypadku ogrzewaczy typu C3 powietrze

do spalania dostarczane jest za pomocą wentylatora a palniki mogą podobnie jak w rurze promieniującej.

Moc cieplna palników ogrzewaczy i promienników zawiera się w granicach od 1,5 do 20 kW. Moce od 1,5 do 3,5 kW wystarczają do ogrzania pomieszczeń o typowym metrażu w budownictwie mieszkaniowym. Urządzenia o mocach 5-20 kW stosowane są do ogrzewania hal fabrycznych, sportowych itp. Ogrzewacze konwekcyjne o mocy około 20 kW mogą być stosowane jako podstawowe źródła ciepła w systemach ogrzewania powietrznego w domkach jednorodzinnych.

3.2.6. Suszarki gazowe

Suszarki gazowe do szybkiego suszenia prania, są urządzeniami nowymi i jeszcze mało spotykanymi na rynku krajowym. Jednak biorąc pod uwagę rosnące zainteresowanie suszarkami elektrycznymi należy spodziewać się większego spopularyzowania również suszarek gazowych. Urządzenia te, przeznaczone dla indywidualnych gospodarstw domowych, mają wielkość i pojemność pralki automatycznej oraz niewielką moc cieplną, wynoszącą około 3 kW. Nagrzane powietrze (najczęściej w wymienniku) podgrzewane na zasadzie zmieszania ze spalinami, wdmuchiwane jest do bębna suszarki i wraz zawartą w nim parą wodną, odprowadzane jest rurą spalinowo-parową do atmosfery. W przypadku stosowania wymiennika przeponowego spaliny wypływają do pomieszczenia (typ A).

Oprócz typowych zabezpieczeń, suszarki wyposażone są w zawory odcinające gaz w przypadku awarii wentylatora powietrza suszącego. Przy instalacji suszarek należy pamiętać, iż oprócz powietrza do spalania gazu do suszarki trzeba doprowadzić odpowiednią ilość powietrza suszącego.

3.2.7. Inne urządzenia gazowe

Z innych urządzeń gazowych najbardziej popularny jest gazowy sprzęt gastronomiczny, do którego można zaliczyć:

- wanny podgrzewcze – WG,
- laski grzewcze – LPG,
- opiekacze – RG,
- kuchnie restauracyjne – KGZP,

- taborety gazowe – TG,
- kotły warzelne – KGW,
- szybkowary fazowe – SG,
- frytkownice – FG,
- patelnie – PTG,

Kuchnie restauracyjne (KGZP) różnią się od kuchni opisanych wcześniej głównie nośnością, wielkością oraz ilością palników. Kuchnie te mogą mieć do 8 palników, a część z nich może być palnikami zakrytymi płytą stałą lub zakładaną na miejsce rusztu. Moc palników głównych wynosi od 2÷6 kW, przy czym wyposażone są one w palniki pilotujące z zabezpieczeniem przeciwwypływowym.

Taborety gazowe (TG) zwane inaczej kuchenkami gospodarczymi są urządzeniami gazowymi typu kuchenki jednopalnikowej o dużej nośności i mocy palnika 4÷11 kW, wyposażonego w zabezpieczenie przeciwwypływowe. Urządzenia te wykorzystywane są najczęściej w restauracjach, gospodarstwach rolnych oraz ogólnodostępnych pralniach budynków wielorodzinnych.

Pozostałe urządzenia, o przeznaczeniu wynikającym z ich nazwy, wyposażone są w zabezpieczenia przeciwwypływowe, zabezpieczenia przekroczenia parametrów granicznych oraz układy regulacji temperatury. Jeżeli urządzenia te zakwalifikowane są do typu A, to wówczas konieczne jest ich funkcjonowanie pod okapami wyciągowymi.

W branży zbliżonej do gastronomicznej to jest w piekarnictwie, popularne są gazowe piece piekarnicze – od prostych, przerobionych rzemieślniczo z pieców węglowych, po automatyczne linie do wypieku. Urządzenia te opalane są palnikami od inżektorowych rurowych sterowanych ręcznie po palniki blokowe sterowane programatorem mikroprocesorowym.

Z mniej popularnych urządzeń należy wymienić, również chłodziarki gazowe (CHG), lampy (LG), palniki laboratoryjne i stomatologiczne (TL).

Lampy gazowe znalazły ostatnio szersze zastosowanie w rolnictwie jako źródło ciepła, światła i dwutlenku węgla w przyspieszonej hodowli roślin szklarniowych.

Osobną grupę stanowią urządzenia przemysłowe typu: piece do obróbki cieplnej, wyparki, wanny topielne itp. opalane gazem, w których zastosowane są palniki.

Zakres stosowania palników przemysłowych opalanych gazem jest ogromny, począwszy od kotłów do gotowania, kotłów parowych i wodnych, nagrzewnic powietrza, promienników, pieców piekarniczych, pieców do topienia metali, pieców emalierskich, suszarek różnych produktów, a skończywszy na wielkiej ilości urządzeń do termicznej obróbki metali.

W palnikach gazowych następuje spalanie gazu tj. przemiana energii chemiczną w ciepłą. Palniki są zasadniczymi częściami wszystkich urządzeń opalanych gazem.

Palniki mogą być klasyfikowane w zależności od rodzaju spalanego gazu, jego ciśnienia, długości i kształtu płomienia oraz sposobu mieszania gazu z powietrzem.

Charakteryzując palniki, podaje się następujące wskaźniki techniczne: obciążenie, zakres regulacji, wydajność i sprawność.

Obciążenie palnika jest to ilość ciepła dostarczana do urządzenia w jednostce czasu. Rozróżniamy obciążenie nominalne, minimalne i maksymalne.

Obciążenie nominalne jest podawane na tabliczce znamionowej.

Zakresem regulacji palnika nazywa się stosunek obciążenia minimalnego do maksymalnego.

Wskaźnikiem obciążenia jednostkowego palnika (kJ/cm^2) nazywa się ilość ciepła przypadającego na 1 cm^2 powierzchni.

Natężenie cieplne otworów wylotowych palnika (W/cm^2) jest to ilość ciepła przypadająca w jednostce czasu na 1 cm^2 powierzchni otworów wylotowych w warunkach całkowitego spalania i maksymalnego dopuszczalnego zużycia gazu.

Wydajnością urządzenia gazowego (W) nazywa się ilość ciepła pobraną przez ogrzewany przedmiot w jednostce czasu.

Sprawność cieplna palnika jest to stosunek wydajności urządzenia do jego obciążenia wyrażona w %.

Dobrze skonstruowany palnik powinien spełniać następujące warunki:

- zapewnić pełne spalanie gazu z minimalnym nadmiarem powietrza,
- zawartość tlenu węgla i tlenków azotu w spalinach poniżej wartości dopuszczalnych przepisami ochrony atmosfery,
- mieć szeroki zakres regulacji oraz łatwość regulowania obciążenia,
- zapewniać ciągłość pracy w granicach objętych zakresem regulacji,
- być odporny na zmiany ciepła spalania w granicach $\pm 10\%$ w przewidzianym zakresie regulacji,

- mieć konstrukcję ułatwiającą montaż i eksploatację oraz wymagane przepisami urządzenia regulujące i zabezpieczające,
- natężenie szumu przy pracy pod obciążeniem nominalnym powinno być jak najmniejsze.

3.2.8. Turbiny

Turbiny gazowe zamieniają energię spalin powstających ze spalania gazu w energię mechaniczną. Turbina gazowa zbudowana jest w oparciu o silnik lotniczy. Elektrownie gazowe powstałe na bazie turbin gazowych mogą zawierać zestawy kilku turbin gazowych. Możliwe jest także wykorzystanie ciepła powstałych spalin do wytworzenia pary i umieszczenia dodatkowej turbiny parowej – wtedy mamy do czynienia z blokiem gazowo- parowym.

3.2.8.1. Wykorzystanie turbin gazowych:

- gazownictwo – napęd turbosprężarek gazowych na stacjach sprężarek gazociągów tranzytowych;
- energetyka – produkcja energii elektrycznej, inne wykorzystanie spalin do produkcji pary i ciepła;
- przemysł chemiczny – produkcja powietrza sprężonego do procesu technologicznego i spalania odpadów szkodliwych z produkcji chemicznej.

3.2.8.2. Podział:

Ze względu na sposób realizacji ogrzewania i chłodzenia czynnika roboczego:

- układ otwarty;
- układ zamknięty;
- układ kombinowany.

Ze względu na ilość wałów łączących turbinę ze sprężarką i maszyną napędzaną:

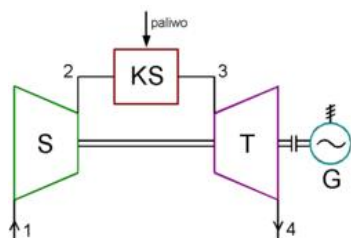
- jednowałowy;
- dwuwałowy;
- trój wałowe.

Ze względu na budowę układu:

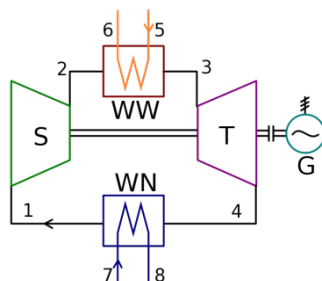
- układ prosty;
- układ z chłodnicą wstępną;
- układ z regeneracją;
- układ z chłodzeniem międzystopniowym sprężonego powietrza;
- układ z przegrzewem międzystopniowym rozprężanych spalin;
- układ z nawilżaniem powietrza (HAT);
- układ z wtryskiem pary do komory spalania (STIG);
- układ z kotłem odzyskowym;
- dowolna kombinacja powyższych wariantów.

Ze względu na rodzaj paliwa:

- na paliwo gazowe (najpopularniejsze w układach stacjonarnych);
- na paliwo ciekłe (najpopularniejsze w układach trakcyjnych);
- na paliwo stałe.



Przykładowy schemat turbiny gazowej pracującej w układzie otwartym; S – sprężarka, KS – komora spalania, T – turbina, G – generator elektryczny.



Przykładowy schemat turbiny gazowej pracującej w układzie zamkniętym; S – sprężarka, WW – wysokotemperaturowy wymiennik ciepła, T – turbina, WN – wymiennik ciepła niskotemperaturowy, G – generator elektryczny.

4. PALNIKI NA PALIWA GAZOWE

Wszystkie urządzenia gazowe, w których zachodzi proces spalania paliw, wyposażone są w palniki gazowe. Są to urządzenia, w których energia chemiczna zamieniana jest na energię cieplną. Palniki więc są elementami bardzo ważnymi w urządzeniach tak ze względu na ekonomiczne i racjonalne użytkowanie pali gazowych, jak i na bezpieczeństwo. Każdy palnik jest budowany dla określonego rodzaju gazu, jego ciśnienia, obciążenia cieplnego, rodzaju przebiegającego procesu spalania, sposobu mieszania z powietrzem. Z tego względu występują różnorodność konstrukcji i budowy palników.

4.1. Podział palników

Ze względu na sposób mieszania gazu z powietrzem palniki dzieli się na:

- dyfuzyjne bez wstępnego mieszania gazu z powietrzem,
- dyfuzyjno-kinetyczne z częściowym, wstępnym mieszaniem gazu z powietrzem (ilości powietrza pierwotnego wynosi 30-60%),
- kinetyczne z pełnym wstępnym mieszaniem gazu z powietrzem (ilość powietrza spalania równa się pełnej ilości stechiometrycznej lub ją nawet nieznacznie przekracza).

Do grupy dyfuzyjno-kinetycznej należą palniki inżektorowe niskiego ciśnienia, a do grupy palników kinetycznych – palniki wentylatorowe.

Ponadto palniki dzieli się według obciążenia cieplnego, wydajności i sprawności cieplnej. Obciążenie cieplne palnika jest to ilość kilodżuli (lub kilokalorii) ciepła dostarczonego do urządzenia w ciągu godziny. Rozróżnia się obciążenie nominalne, minimalne i maksymalne. Obciążenie nominalne podawane jest na tabliczce znamionowej urządzenia; jest to optymalna wydajność, dla której palnik został wykonany. Obciążenia minimalne i maksymalne to są takie obciążenia, po przekroczeniu których płomień palnika cofa się do wnętrza lub odrywa od palnika.

Palniki można w pewnych zakresach regulować, czyli ustalać stosunek obciążenia minimalnego do maksymalnego. Stosunek ten dla palników inżektorowych wynosi 1:2, a dla palników z podmuchem powietrza 1:4. Stosunek ten dla dużych palników może być nawet 1:10.

4.2. Palniki dyfuzyjne

Charakterystyczną cechą palników dyfuzyjnych jest to, że proces mieszania gazu z powietrzem przebiega u wylotu gazu z palnika. Palniki te najczęściej wykonywane są z rurek metalowych zaopatrzonych w otworki do wypływu gazu. Odległości między otworkami powinny być tak dobrane, aby umożliwić swobodne spalanie i dopływ powietrza, a równocześnie zapewnić rozprzestrzenianie się zapłonu jednego płomyka na cały palnik.

W domowych urządzeniach gazowych palniki dyfuzyjne tylko dla gazu miejskiego, węglowego i koksowniczego są stosowane w starego typu podgrzewaczach wody, w ogrzewaczach pomieszczeń, niekiedy w kotłach centralnego ogrzewania.

4.3. Palniki inżektorowe

Palniki atmosferyczne, montowane w kotłach z tzw. otwartą komorą spalania.

Podstawowym elementem palników inżektorowych jest dysza, przysłona powietrza pierwotnego, mieszalnik inżektorowy i palnik właściwy.

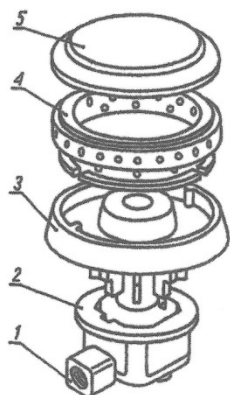
Zadaniem dyszy jest zamiana energii potencjalnej gazu w energię kinetyczną i nadanie strumieniowi wypływającego z dyszy gazu odpowiedniej prędkości, kierunku strumienia i formy. Strumień gazu wpada do wstępnej części mieszalnika inżektorowego i dalej z zassanym powietrzem miesza się na całej drodze dyfuzora, aż do momentu wypływu mieszaniny kanalikami palnika. Powietrze wtórne dopływa już do palącego się gazu w palniku.

Dysza spełnia tu jeszcze jedną istotną rolę, a mianowicie ogranicza wypływ strumienia gazu, a więc przy stałym ciśnieniu gazu na wlocie – jej przekrój określa moc palnika. W pewnej, ściśle określonej dla danego palnika odległości od wylotu dyszy znajduje się dysza Venturiego. Składa się ona z inżektora, mieszalnika oraz dyfuzora i następuje w niej wyrównanie składu mieszaniny gazu z powietrzem.

Palnik właściwy wyposażony jest w otwory płomykowe, dzięki którym następuje podział mieszaniny na szereg strumieni, które dają cały szereg małych palników.

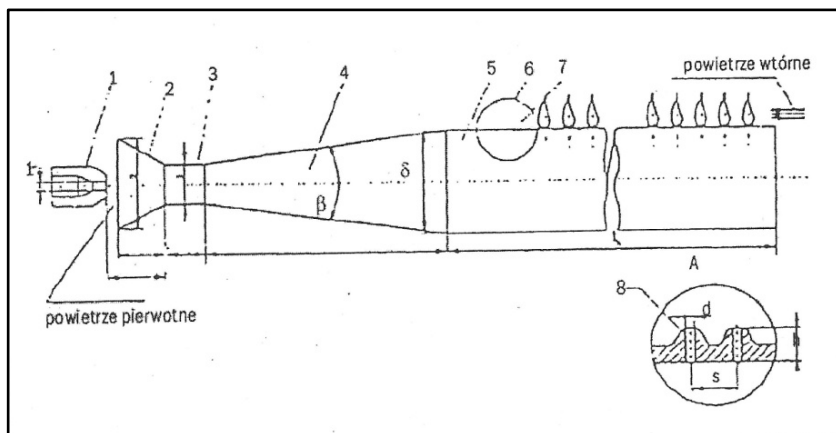
Palniki inżektorowe wykonywane są w różnych rozwiązaniach, jako palniki grzybkowe, rusztowe, kolektorowe i inne. W zależności od

przeznaczenia, sposobu mocowania i kształtu komory mieszania nadaje się im różne kształty, ale wszystkie odpowiadają tym samym zasadą działania.



Palnik nawierzchniowy kuchni gazowej „Amica”

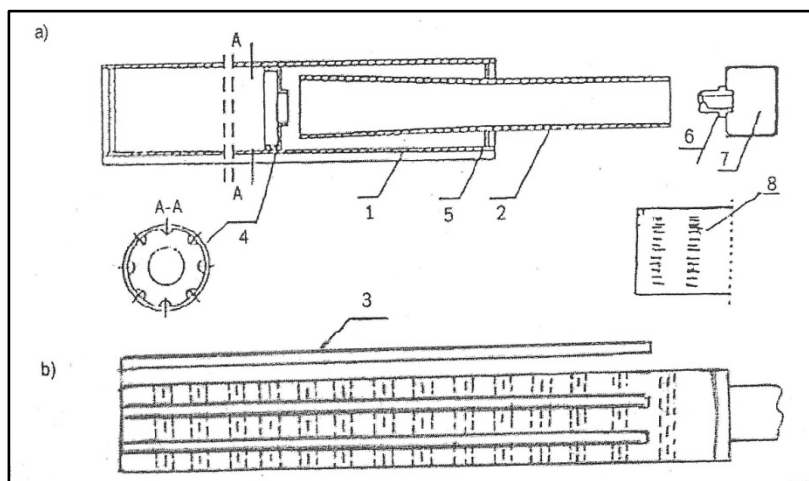
1 - wlot gazu, 2 - korpus palnika z dyszą i mieszalnikami gazu z powietrzem, 3 - kołpak, 4 - pierścień stabilizujący, 5 - nakrywka



Rys. 5. Schemat palnika iniektorowego niskiego ciśnienia.

1 - dysza paliwowa, 2 - iniektor, 3 - mieszalnik, 4 - dyfuzor, 5 - kolektor, 6 - otwory płomieniowe

Palnikiem innego typu, stosowanym w nowszych konstrukcjach kotłów c.o. są palniki rurowe (rys. 6.)



Rys. 6. Palnik rurowy

1 – rura, 2 – mieszalnik, 3 – pręt chłodzący, 4 – przegroda, 5 – denko, 6 – dysza, 7 – kolektor, 8 – otwory płomieniowe

Charakterystycznym elementem tego typu palników jest rura wykonana z cienkiej blachy żaroodpornej. Otwory płomieniowe są wykonane w postaci naciąg szczelinowych o otworów okrągłych w kurnej części rury. Wewnątrz rury znajdują się dysza mieszająca oraz przegroda, dzięki której gaz jest równomiernie rozdzielany wzdłuż rury. Moc takiego palnika wynosi kilka kilowatów i przy kotłach o większej mocy stosuje się zespół równolegle połączonych palników.

W nowoczesnych kotłach nad palnikami mocowane są pręty z kanthalu lub stali żaroodpornej (rys. 6b). W płomieniu pręty silnie się nagrzewają i wypromieniowują dużą ilość energii. Dzięki temu temperatura spalin w bezpośrednim sąsiedztwie palnika szybko spada. Zmniejsza to około 2 razy wzbudzenie cząsteczek tlenu i azotu występujących w spalinach co powoduje redukcję ilości powstających tlenków azotu. Zwykle stężenie tlenków azotu w spalinach jest niewielkie, rzędu kilkudziesięciu ppm, co jeszcze nie stwarza dużego zagrożenia dla środowiska.

Spotykane są również palniki z tzw. spalaniem bezpłomieniowym w płycie ceramicznej (rys. 7). Mieszanina gazu z powietrzem doprowadzana jest do płyty ceramicznej, w której są małe otwory. Spalanie następuje w nich lub tuż przy powierzchni płyty. Płyty tego typu wykonywane są z materiału ceramicznego o dużej zawartości tlenku glinu, odpornego na wysokie temperatury. Ceramika taka jest jednocześnie katalizatorem procesu spalania. W nowoczesnych rozwiązaniach powierzchnia płyty ceramicznej pokryta jest platyną, co wzmacnia działanie katalityczne procesu spalania.

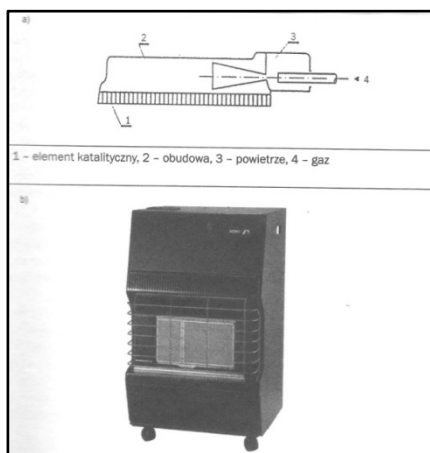
Ze względu na to, że spalanie zachodzi wewnątrz płyty, nagrzewa się ona do temperatury $800\div 900^{\circ}\text{C}$ i większość energii jest oddawana do otoczenia w postaci promieniowania. Palniki takie nazywane są również gazowymi promiennikami podczerwieni. Znajdują zastosowanie w nowej generacji kuchenek gazowych ceramicznych.

Gazowa kuchnia ceramiczna

Płyta gazowa z promieniami gazowymi jest urządzeniem łączącym ze sobą funkcje płyty gazowej oraz ceramicznej. Przede wszystkim jest to konstrukcja grzewcza umożliwiająca osiągnięcie ciepła, które służy do użycia go, jako środka grzewczego w gospodarstwie domowym, czyli w kuchni. Budowa płyty jest dość prosta, ponieważ pod częścią ceramiczną znajdują się promienniki gazowe, którym energia cieplna dostarcza spalany za zasadzie katalitycznej gaz.

Kiedy promienniki gazowe nagrzeją się do temperatury, która jest wcześniej ustawiona wówczas promienniki gazowe wyłączają się. Poprzez automatyczne wyłączenie się promienników gazowych, po osiągnięciu danej temperatury zużywa się o wiele mniej gazu, aniżeli w innych systemach grzewczych, również na gaz. Poza tym płyty gazowe z promiennikami gazowymi należą do najbezpieczniejszych urządzeń, ponieważ nie ma w nich możliwości zetknięcia się człowieka z otwartym gazem.

Palniki inżektorowe mogą pracować zarówno w otwartych komorach spalania lub zamkniętych komorach spalania. Przy otwartych komorach spalania i grawitacyjnym odprowadzania spalin, współczynnik nadmiaru powietrza zależy od wielkości ciągu.



Rys. 7. a) Schemat promiennika ze spalaniem bezpłomieniowym

b) Wolnostojący podgrzewacz na gaz płynny ze spalaniem bezpłomieniowym

W urządzeniach z zamkniętą komorą spalania, gdzie nie dopływa powietrze do urządzenia lub na wprowadzeniu spalin zamontowany jest wentylator, współczynnik nadmiaru powietrza zależy od ciągu wentylatora. Obroty wentylatora mogą być stałe lub zależne od ilości spalane go gazu. Możliwość zamiany ilości dopływającego powietrza do komory spalania ze zmianą obciążenia pozwala na uzyskanie optymalnych współczynników nadmiaru powietrza.

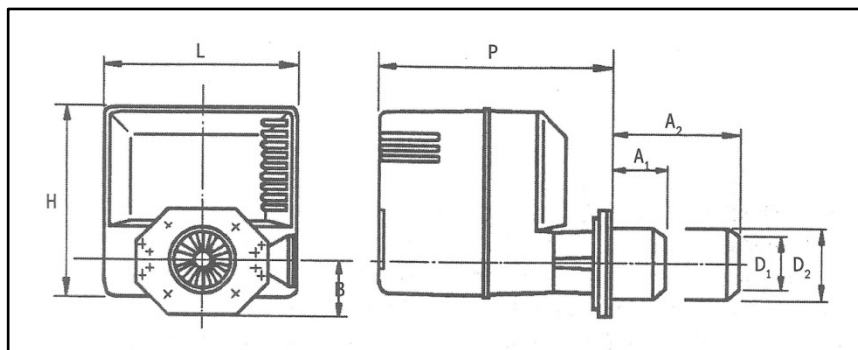
4.4. Palniki nadmuchowe-wentylatorowe

Są to palniki realizujące spalanie kinetyczne, w których zarówno gaz, jak i powietrze są doprowadzane do zespołu mieszalnikowego z nadciśnieniem. W zastosowaniu do gazowych kotłów grzewczych stanowią grupę palników o budowie zwartej, zblokowanej. Zawierają w swej strukturze dmuchawę powietrza (wentylator), zespół urządzeń zabezpieczających i sterujących z zaworami odcinającymi oraz głowicy z urządzeniami mieszalnikowymi i zapłonowymi. Urządzenia zabezpieczające powodują odcięcie dopływu gazu nie tylko przy zgaśnięciu płomienia, lecz również w przypadku zaniku napięcia zasilającego dmuchawę. Część sterująca jest znacznie rozbudowana i realizuje wiele funkcji. W pierwotnej fazie uruchomienia układ sterujący racą dmuchawy włącza ją na kilkadziesiąt sekund w celu przedmuchania kanałów spalinowych kotła, a następnie otwiera główny

zawór gazowy i włącza wysokie napięcie na elektrody zapłonowe, powodując zapalenie płomienia. Zabezpieczenia przed jego zgaśnięciem są bardzo często podwójne, jedno działające na zasadzie jonizacji o czasie zadziałania 1 s i drugie termoelektromagnetyczne o czasie zadziałania $20 \div 40$ s.

Zblokowane palniki nadmuchowe przeznaczone do kotłów grzewczych są budowane na wszystkie rodzaje paliw ciekłych i gazowych, jak również w wykonaniu dwupalnikowym. Układ dwupalnikowy pozwala na alternatywne zasilanie palnika obu rodzajów paliw, co stwarza określoną rezerwę w sytuacjach ograniczonych dostaw np. paliwa gazowego przy znacznych spadkach ciśnień zasilania lub odwrotnie – trudności zaopatrzeniowych w paliwo ciekłe (olej opałowy). W odniesieniu do regulacji mocy palniki nadmuchowe mogą pracować w układzie jednostopniowym (pełna moc nominalna), dwu- lub trójstopniowym (obciążenia częściowe), bądź z ciągłą modulującą mocą. Regulacja jest ilościowa, przy ścisłym utrzymywaniu stałego stosunku nadmiaru powietrza w mieszance paliwowo-powietrznej.

Palniki wentylatorowe (nadmuchowe), montowane są w kotłach z tzw. **zamkniętą komorą spalania**.

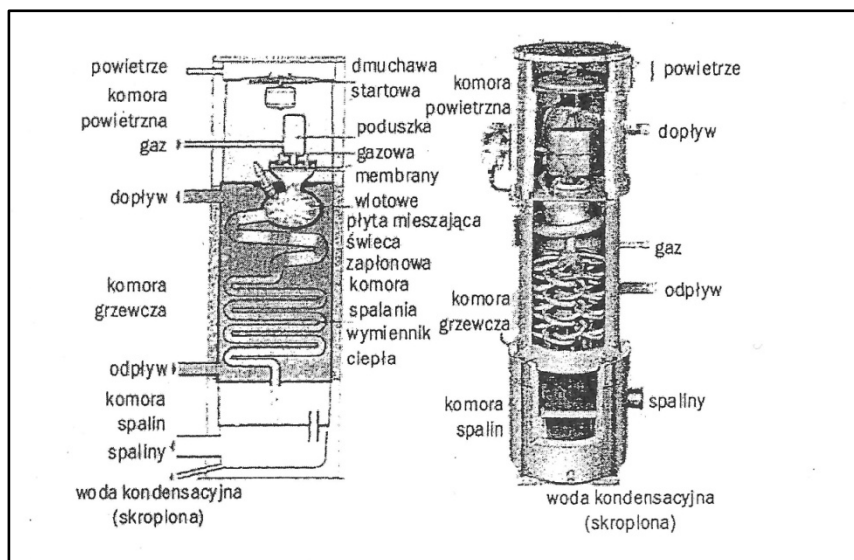


Rys. 8. Palnik nadmuchowy

4.5. Palniki pulsacyjne

Osobliwością pod względem konstrukcji i techniki spalania jest palnik pulsacyjny (rys. 9). Po fazie wydmuchiwania wstępnego, trwającego około 15 sekund, i następującym po nim zapłonie, magnetyczny zawór gazowy otwiera się. Paliwo gazowe płynie do metalowej płytki mieszającej. Powstająca tam mieszanka gazu

z powietrzem płynie do kulistej komory spalania, wykonanej ze stali szlachetnej, i zostaje zapalona przez elektrodę zapłonową. Spalanie przebiega wybuchowo. Powstające przy tym nadciśnienie rzędu 5 barów zamyka membrany wlotowe i przerywa dopływ mieszanki gazu z powietrzem do komory spalania. Fala ciśnienia wypycha spaliny z komory spalania przez węzownice wymiennika ciepła do kolektora spalin. Tu spaliny rozprężają się i przez przewody odprowadzające uchodzą do zewnątrz. Spaliny uchodzące z zamkniętej komory spalania ochładzają się, wytwarzając w ten sposób podciśnienie. Mieszanka ta zapalana jest przez uchodzące spaliny. Dmuchowa startowa oraz świeca zapłonowa wyłączają się teraz samoczynnie. Proces spalania przebiega dalej bez świecy zapłonowej przy 60 impulsach na sekundę.



Rys. 9. Urządzenie wykorzystujące wartość spalania z palnikiem pulsacyjnym.

5. URZĄDZENIA ZABEZPIEZAJĄCE I REGULACYJNE PALNIKÓW I ODBIORNIKÓW GAZOWYCH

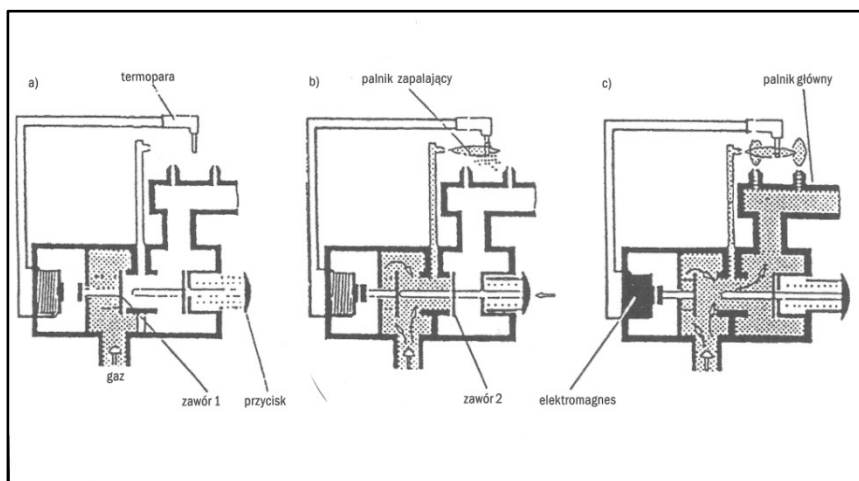
5.1. Aparatura zabezpieczająca

W kuchniach gazowych starego typu jedynym zabezpieczeniem przed przypadkowym otwarciem przepływu gazu jest kurek gazowy.

Doprowadzenie gazu do palnika wymaga wciśnięcia pokrętki i jego obrócenia. Moc palnika też reguluje się większe lub mniejsze otwarcie kurka.

Aktualnie najczęściej spotykamy zabezpieczeniem przeciwwypływowym jest termopara z elektromagnesem podtrzymującym zawór doprowadzający gaz do palnika głównego (rys. 10). Zabezpieczenie to składa się z termopary, palnika zapalającego, elektromagnesu zasilanego przez termoparę oraz dwóch zaworów z przyciskiem. W stanie spoczynku zawór (1) zamyka dopływ gazu zarówno do palnika zapalającego jak i głównego (pozycja a). Jeśli naciśnięty zostaje przycisk, otwiera się zawór (1) i jednocześnie zamyka zawór (2). W tym momencie płytka związana z zaworem (1) przylega do elektromagnesu, a gaz dopływa do palnika zapalającego. Jeśli zapalony zostanie palnik zapalający i jego płomień podgrzeje końcówkę termopary, w obwodzie termopary oraz uzwojenie elektromagnesu popłynie prąd powodujący podtrzymanie zaworu (1) w stanie otwarcia.

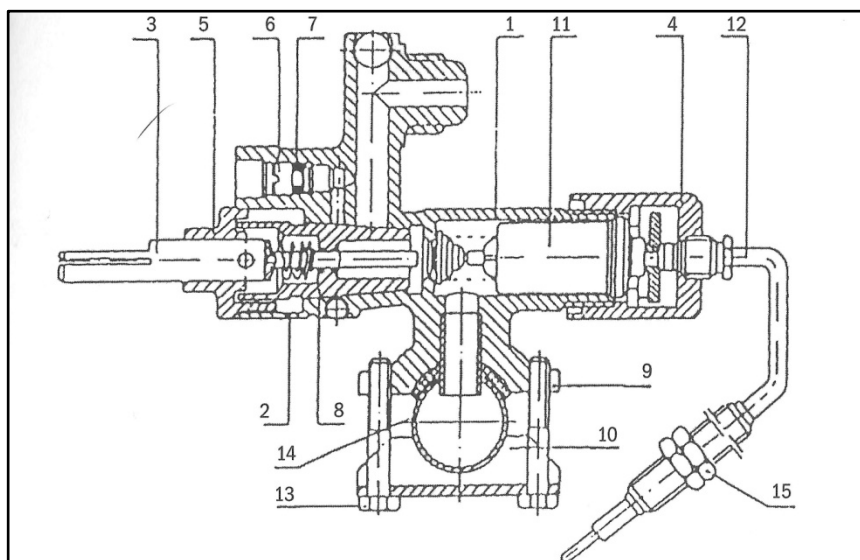
Gdy puszczone zostaną przyciski, to otworzy się zawór (2) i gaz będzie dopływał do palnika głównego. Wypływający z palnika głównego gaz zapala się od palnika zapalającego. W obwodzie termopary można umieszczać wyłączniki, normalnie zamknięte, przerywające obwód, gdy np. woda w kotle zostanie podgrzana powyżej 95°C, lub wystąpi brak ciągu kominowego. Zadziałanie wyłącznika powoduje zwolnienie podtrzymywanego przez elektromagnes zaworu (1) i całkowite odcięcie dopływu gazu również do palnika zapalającego. Termopara wytwarza bardzo niskie napięcie rzędu 20-300 mV (ważne jest, aby wszystkie styki i połączenia były czyste). Niewielkie zanieczyszczenia styków powoduje spadek natężenia prądu płynącego przez elektromagnes, co może być przyczyną wyłączenia dopływu gazu. Ważne również jest to, aby płomyk palnika zapalającego dobrze ogrzewał końcówkę termopary. Bywają przypadki, iż wskutek nagromadzenia się pyłu w dyszy palnika zapalającego płomień jest krótszy i słabiej podgrzewa końcówkę termopary. Prowadzi to również do odcięcia dopływu gazu. W przypadku wystąpienia nieprawidłowości, zabezpieczenie przeciwwypływowe powinno zadziałać w ciągu do 30 s. przy palnikach o mocy do 90 kW i 15 s. przy palnikach o mocy 90 do 350 kW.



Rys. 10. Działanie zabezpieczenia przeciwwypływowego z termoparą.

W kuchniach gazowych często stosowane są zabezpieczenia przeciwwypływowe z termoparą. Ich montaż nie jest konieczny dla palników umieszczonych na płycie lecz jest wymagany przy palnikach w piekarniku.

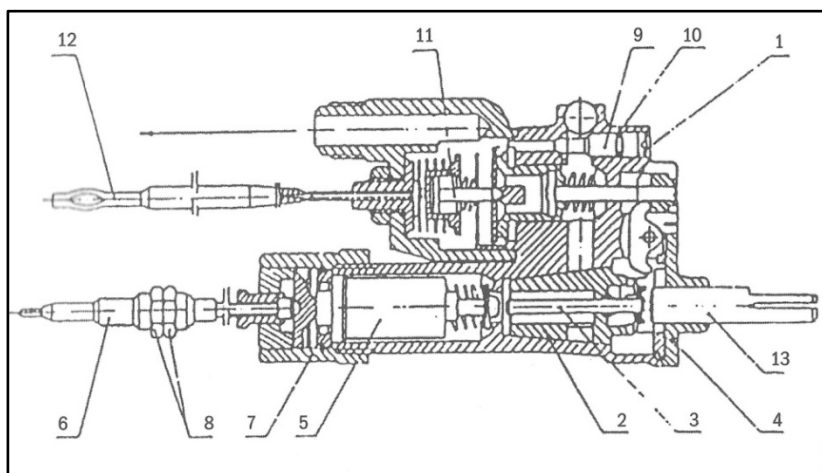
Zabezpieczenia te w odróżnieniu od zabezpieczeń w kotłach nie są wyposażone w palniki zapalające. Na rys. 11 pokazano zabezpieczenie tego rodzaju montowane w palnikach kuchni.



Rys. 11. Budowa kurka jednożarowego z zabezpieczeniem przeciwwypływowym. 1- korpus kurka, 2- zespół popychacza, 3- trzpień kurka, 4- nakrętka specjalna, 5- pokrywa, 6- wkręt regulacyjny, 7- uszczelka, 8- wrzeciono, 9- podkładka uszczelniająca, 10- obejmę mocującą, 11- zespół elektromagnesu, 12- termopara, 13- śruba, 14- rura zaworowa, 15- nakrętki mocowania termopary.

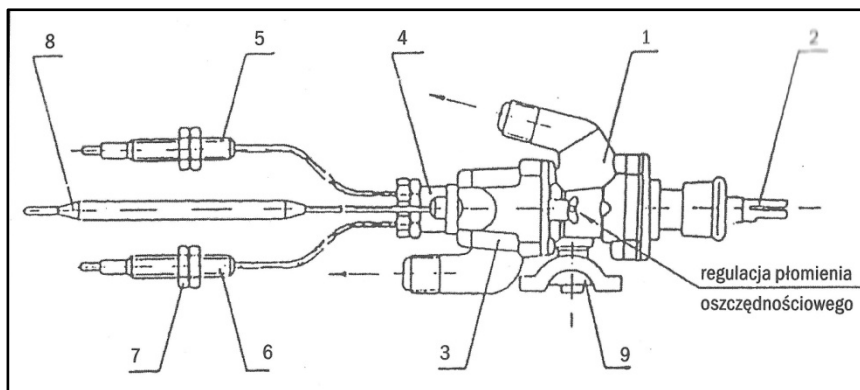
Włączenie palnika wyposażonego w takie zabezpieczenie wymaga uprzedniego wciśnięcia pokrętła, obrócenia go, zapalenie wypływającego gazu oraz dodatkowo przytrzymanie wciśniętego pokrętła aż do nagrzania się końcówki termopary. Wykonanie tych czynności prowadzi do przepływu prądu przez elektromagnes, przez co doprowadza się do utrzymania zaworu przy elektromagnesie w stanie otwarcia.

Kurki z zabezpieczeniem przeciwwypływowym w palnikach piekarników kucharek mogą być połączone z termostatem. Schemat takiego kurka pokazano na rys. 12.



Rys. 12. Budowa kurka jednodrożnego z termostatem i zabezpieczeniem przeciwwypływowym 1- korpus, 2- wrzeciono, 3- zespół popychacza, 4- pokrywa, 5- zespół elektromagnesu, 6- termopara, 7- nakrętka specjalna, 8- nakrętki mocowania termopary, 9- wkręt regulacyjny, 10- uszczelka, 11- przełącznik, 12- czujnik (kapilara), 13- trzpień.

Jeżeli piekarnik kuchenki gazowej wyposażony jest w dwa palniki (dolny i górny), w takim przypadku z pokrętłami sprzężone są dwa zabezpieczenia przeciwwypływowe. Schemat tak rozwiązanego kurka pokazano na rys. 13.



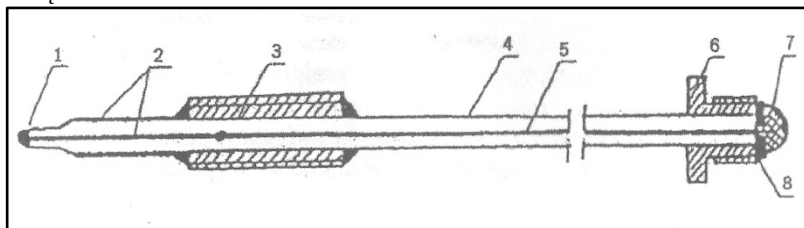
Rys. 13 Kurek dwudrożny z zabezpieczeniem i termostatem a- wpływ gazu do palnika opiekacza, b- wypływ gazu o palnika piekarnika, 1- korpus kurka, 2- trzpień kurka, 3- przełącznik termostatu, 4- zespół elektromagnesu, 5- termopara opiekacza, 6- termopara piekarnika, 7- nakrętki specjalne, 8- czujka termostatu.

W najnowszych rozwiązaniach zabezpieczenia przeciw-wypływowego, zrezygnowano z palnika zapalającego. Zapalanie gazu w palniku głównym odbywa się przy pomocy iskrownika zasilanego z cewki lub transformatora wysokiego napięcia. Iskrownik działa jednocześnie z otwarciem zaworu doprowadzającego gaz, a skutek zapalania jest kontrolowany przez jonizacyjny czujnik płomienia. Jeżeli palnik zostaje zapalony, sygnał z czujnika jonizacyjnego powoduje utrzymanie zawory doprowadzającego gaz w stanie otwartym.

Jeżeli zapalenie nie zostało dokonane próba powtarzana jest kilkakrotnie. Po kolejnych nieudanych próbach specjalne urządzenie elektroniczne sygnalizuje stan awarii a dopływ gazu pozostaje odcięty. Cały cykl pracy palników kontrolowany jest przy pomocy elektronicznego urządzenia sterującego. Urządzenia tego rodzaju stosowane są w nowoczesnych kotłach, gdzie dostęp do zapalania płomyka zapalającego byłby bardzo trudny.

5.2. Termopara (termoelement, termoogniwo)

Termopara, znana również jako termoelement lub termoogniwo, jest jednym z elementów automatyki urządzenia gazowego stanowiącym **zabezpieczenie przeciwwybuchowe** (tzw. automatyka gazowa). Termopary najczęściej znajdują zastosowanie w takich urządzeniach jak kocioł lub piec gazowy, czy kuchenka gazowa. Jej działanie oparte jest na zjawisku Seebecka, zgodnie z którym ogrzewanie końcówki termopary powoduje powstawanie sił termoelektrycznej przenoszonej na cewkę zaworu elektromagnetycznego, co umożliwia sterowanie dopływem gazu do urządzenia.



Rys. 14. Termopara

1- spoina termopary, 2- rurka i drut z materiałów termoparowych, 3- tulejka nagwintowana do mocowania termopary, 4- rurka miedziana, 5- drut miedziany w izolacji odpornej na wysokie temperatury, 6- złącze do elektromagnesu, 7- końcówka cynowa, 8- podkładka izolacyjna.

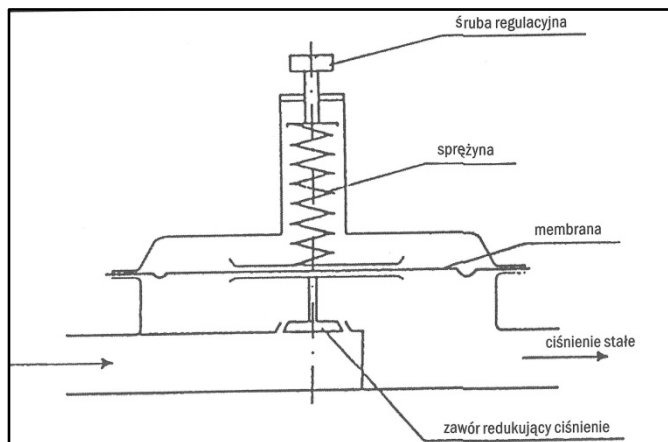
5.3. Reduktory

W instalacjach gazowych o dużej liczbie odbiorców występują okresowo wahania ciśnienia spowodowane zwiększonym poborem gazu przez odbiorców. Obniżenie ciśnienia gazu poniżej określonej wartości jest przyczyną zakłóceń w funkcjonowaniu aparatów gazowych. W celu uniknięcia zakłóceń aparaty gazowe wyposażone są w dodatkowe reduktory, zwane też regulatorami ciśnienia bezpośredniego działania.

Stabilizują one pracę palników gazowych poniżej nominalnego ciśnienia roboczego instalacji gazowej.

Schemat reduktora przedstawiono na rys. 15. Gaz przepływa przez zawór redukujący ciśnienie. Rozmiary szczelin między grzybką i gazem zaworu określają ciśnienie na wylocie. Wielkość tej szczeliny zależy od położenia grzybka.

Często reduktory występują nie jako oddzielny podzespół, ale w jednym korpusie z innymi elementami aparatury kontrolno-sterującej.



Rys. 15.

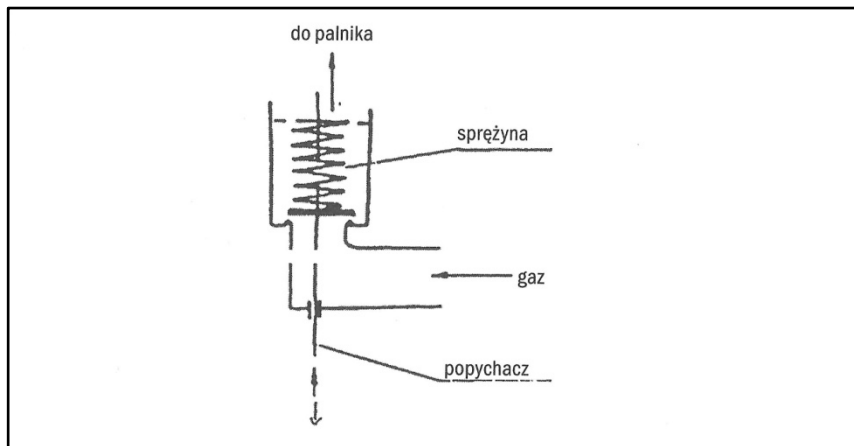
5.4 Zawór gazowy

Jednym z najistotniejszych elementów aparatury kontrolno-sterującej jest zawór gazowy. Spotyka się trzy sposoby sterowania tego typu zaworami:

- mechaniczne,

- pneumatyczne,
- elektromagnetyczne.

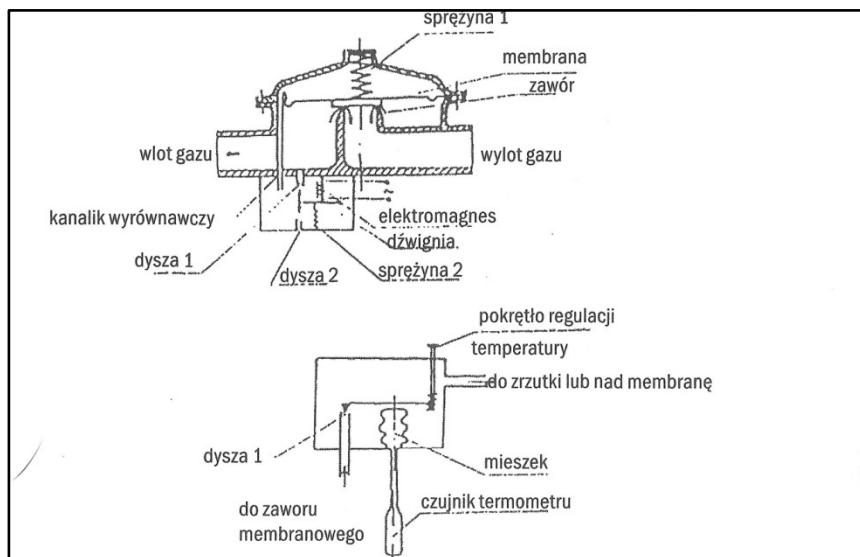
Zawory sterowane mechanicznie są stosowane przeważnie w grzejnikach wody przepływowej (rys. 16). Zawór jest otwierany przez popychacz od armatury wodnej, a zamykany sprężyna dociskową. Jest on otwarty jedynie w czasie przepływu wody. Obok takiego zaworu w połączeniu szeregowym znajduje się inny zawór ograniczający przepływ gazu, służący do regulowania mocy palnika.



Rys. 16. Zawór gazowy sterowany mechanicznie.

Schemat zaworu pneumatycznego przedstawiono na rys. 17. W stanie zamkniętym przez elektromagnes nie płynie prąd i sprężyna (2) przyciąga dźwignię do dyszy (2) zamyka jej wlot i otwiera jednocześnie wylot dyszy (1). Wówczas przez kanalik wyrównują się ciśnienia nad i pod membraną, a sprężyna (1) dociska grzybek zaworu do jego gniazda, co powoduje zamknięcie przepływu gazu. Jeśli przez elektromagnes przepłynie prąd, przyciągnie on dźwignię i zamknie dyszę (1) i otworzy jednocześnie dysze (2). W tej sytuacji znad membrany wypłynie gaz i będzie tam ciśnienie równe atmosferycznemu. Natomiast pod membraną ciśnienie będzie wyższe w skutek tego membrana podniesie się otwierając zawór. Zawory tego rodzaju stosowane są w kotłach c.o. i otwierają się, jeśli temperatura wody wypływającej z kotła lub temperatura w pomieszczeniu jest niższa od nastawionej. Przedstawiony na rysunku 17 zawór ze względu na

elektromagnes wymaga elektrycznego impulsu sterującego pochodzącego od termostatu.

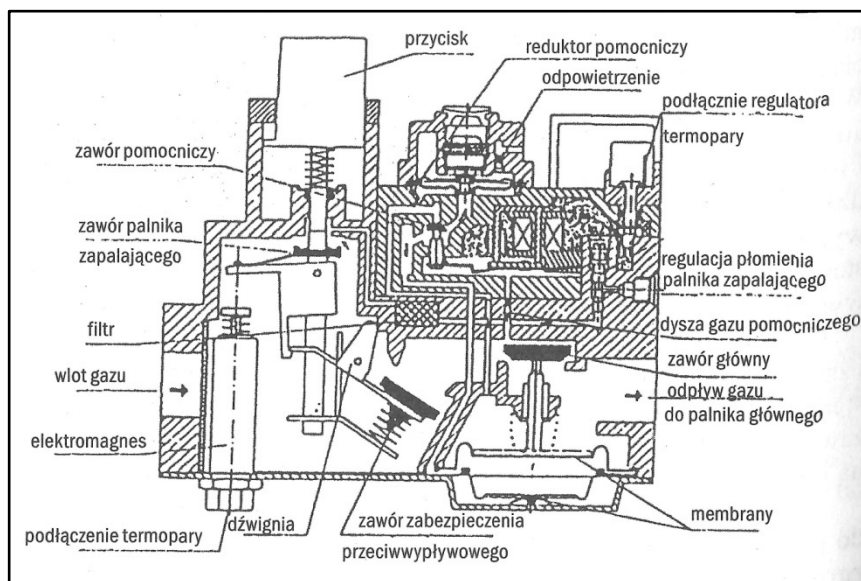


Rys. 17. Zawór pneumatyczny

Czasami w jednym zaworze łączy się jednocześnie funkcję reduktora i zawór odcinający. Wówczas potrzebny jest pomocniczy reduktor, który steruje ciśnieniem gazu z jednej strony membrany i w ten sposób otwiera zawór gazowy częściowo tak, aby ciśnienie gazu na wylocie posiadało zadana wartość.

W nowych rozwiązaniach automatyki funkcje odcinania dopływu gazu do palnika, regulację ciśnienia oraz zabezpieczenie przeciwwypływowe zgrupowane są w jednym korpusie.

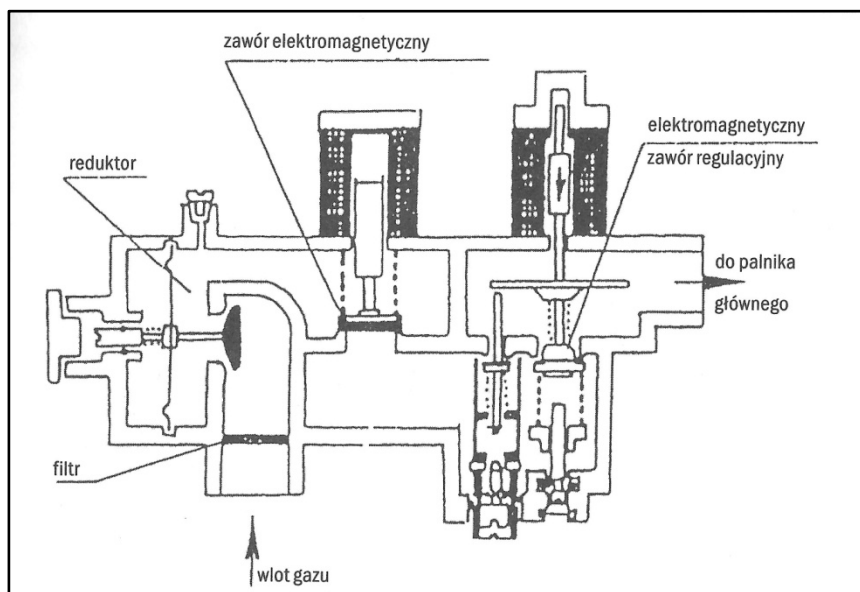
Schematycznie taki blok firmy Honeywell przedstawia rys.18. Jak widać jest to złożona i precyzyjna konstrukcja, aby sprawnie działała należy ją zabezpieczyć przed zapyleniem.



Rys. 18. Automatyka sterująca firmy Honeywell

Na rys. 19 przedstawiono schemat automatyki firmy Junkers z 2 zaworami elektromagnetycznymi. W tym przypadku w jednym korpusie zblokowanych jest też kilka funkcji, przez co unika się wielu połączeń i nieszczelności.

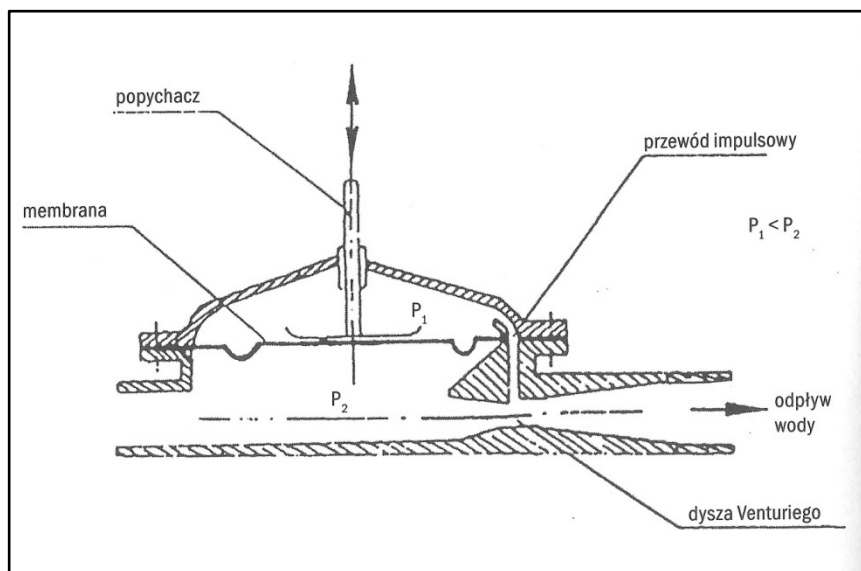
Zastosowanie prądu elektrycznego jako czynnika sterującego elementami zaworu upraszcza niektóre rozwiązania regulacji i zabezpieczenia, lecz w przypadku przerw w dopływie prądu następuje unieruchomienie kotła.



Rys.19. Automatyka sterująca firmy Junkers.

5.5. Czujniki przepływu wody

W grzejnikach wody przepływowej i kotłach c.o. z wymuszonym pompą obiegiem wody, jednym z warunków włączenia palnika głównego jest wystąpienie przepływu wody przez wymiennik ciepła w ilości większej od minimalnej określonej dla danego urządzenia. Sygnał z czujnika przepływu wody uruchamia dalsze zawory umożliwiające dopływ gazu do palnika głównego. Najczęściej stosowanym do tego celu urządzeniem jest zwężka Venturiego połączona z membraną, której przesunięcie powoduje otwarcie zaworu gazowego. Schemat takiego czujnika przedstawiono na rys. 20.



Rys. 20. Schemat czujnika przepływu wody.

Woda przepływająca przez przewężenie dyszy Venturiego zwiększa swą szybkość, a to powoduje zgodnie z zasadą zachowania energii obniżenie jej ciśnienia. Przewodem impulsowym ciśnienie to wyrównuje się z ciśnieniem panującym nad membraną, natomiast ciśnienie pod membraną pozostaje takie samo, jak ciśnienie płynącej w instalacji wody. Wywołana przepływem wody różnica przesuwą membranę do góry, przesuwając jednocześnie talerzyk z popychaczem umieszczony na membranie. Wysuwający się popychacz, może poprzez wyłącznik elektryczny uruchomić zawór gazowy sterowany elektrycznie albo jak to ma miejsce w grzejnikach wody przepływowej bezpośrednio otwierać zawór gazowy (rys. 20). W przypadku grzejników wody przepływowej podzespół ten nazywany jest armaturą wodną. W jego korpusie znajdują się jeszcze inne elementy jak np. jak regulator temperatury wody, zawór powolnego otwierania i filtr. Filtr umieszczony jest na wylocie i ma za zadanie wyłapywanie wszelkich zanieczyszczeń stałych dopływających z zimną wodą. Regulator wody jest to dodatkowy zaworek sterowany ręcznie, umożliwiający kierowanie częścią strumienia dopływającej wody obok dyszy Venturiego. Jeżeli mniej wody płynie przez dyszę to mniejsze będzie odkształcenie membrany przy tym samym całkowitym przepływie

wody. W armaturze (zespole wodnym) na przewodzie impulsowym montowane są również tzw. zawory powolnego otwierania. Są to zaworki kulkowe z małym otworkiem na obejściu, powodujące, że woda znad membrany przy odkręceniu kranu z ciepłą wodą wypływa powoli – a zatem powoli otwiera się zawór gazowy. Zapobiega to wypłynięciu dużej ilości gazu z palnika głównego zanim zostanie on zapalony i w konsekwencji tzw. wybuchowemu zapaleniu się palnika głównego. Do kontroli przepływu wody w kotłach c.o. stosowane są również inne czujniki wykorzystujące np. odchylenia tarczki umieszczonej w przewodzie którym płynie woda. W tym przypadku eliminuje się membranę, która jest najbardziej awaryjnym elementem podzespołu.

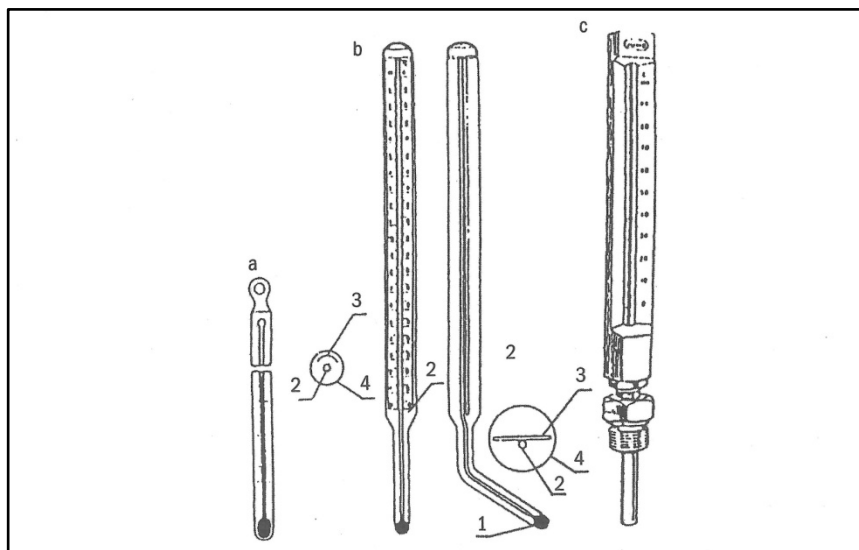
5.6. Termometry i termostaty

Czujniki temperatury są szeroko wykorzystywane, do sterowania pracą kotłów i nowoczesnych grzejników wody przepływowej jak również do zabezpieczeń i wskazań temperatury. Istnieje wiele konstrukcji czujników termometrycznych, lecz w urządzeniach gazowych stosowane są najczęściej:

- a. ciecze, wykorzystujące zjawisko rozszerzalności cieczy wraz ze wzrostem temperatury,
- b. dylatometryczne, wykorzystujące różną cieplną rozszerzalność liniową dwu materiałów,
- c. bimetaliczne, wykorzystujące również różnice cieplne rozszerzalności dwu metali, ale różniące się konstrukcją od dylatometrycznych,
- d. termopary

Termometry cieczowe składa się z banieczki wypełnionej cieczą termometryczną oraz układu pozwalającego mierzyć rozszerzanie się cieczy lub wykorzystać związane z tym przesunięcie do celów regulacji bądź sygnalizacji. Najprostszym tego typu termometrem jest termometr cieczowy z kapilarą (rys. 21) Do zbiorniczka z cieczy przylutowane jest szklana kapilara, a do niej z kolei jest przymocowana skala termometryczna. Poziom rozszerzającej się cieczy wskazuje temperaturę na odpowiednio wycechowanej skali. W przypadkach, gdy możliwe jest uszkodzenie szklanego termometru stosuje się osłony

metalowe. Tego rodzaju termometry w kotłach stosowane rzadko, a jeżeli są, to tylko do pomiaru temperatury ogrzewanej wody.

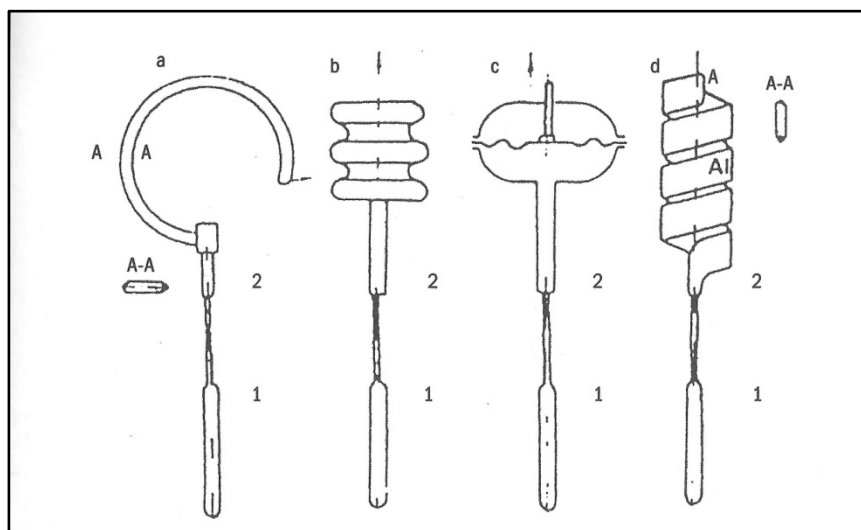


Rys. 21. Termometry cieczowe

a) termometr pałczkowy, b) termometr rurowy prosty i kątowy, c) termometr w osłonie metalowej

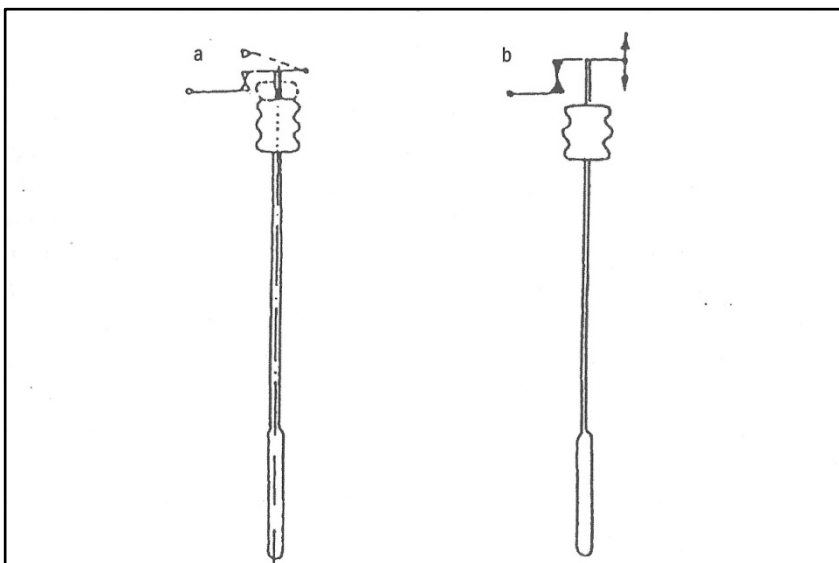
1 – zbiorniczek, 2 – kapilara, 3 – skala, 4 – rurka zewnętrzna.

W innych odmianach tych termometrów ciecz, zamknięta w metalowych zbiorniczku, doprowadzana jest metalową kapilarą do układu pomiarowego lub sygnalizacyjnego. Ciecz ta znajduje się w układzie zamkniętym i ze wzrostem objętości wzrasta ciśnienie w układzie, a więc podłączenie do niego mechanizmu pomiarowego ciśnienia np. rurki Burdona, membrany czy mieszka, umożliwia pomiar temperatury tak jak ciśnienia (rys. 22).



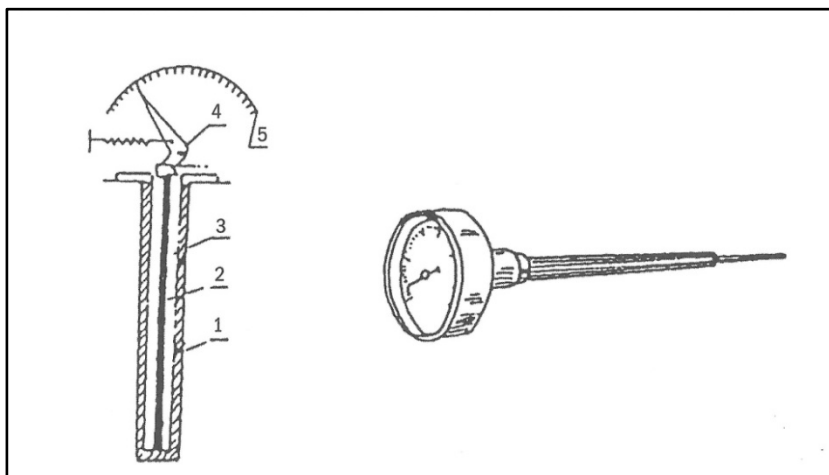
Rys. 22. Elementy sprężyste cieczowych termometrów manometrycznych

Jeśli przesunięcie elementu sprężystego powiązać z elektrycznym wyłącznikiem migowym wówczas ten układ może być stosowany do sygnalizacji lub blokady urządzenia po przekroczeniu zadanej temperatury (rys. 23) Natomiast gdy wyłącznik będzie można przybliżać lub oddalać od mieszka to przełączenie wyłącznika będzie następowało w różnych temperaturach. Będzie to więc regulator temperatury. Termoregulatory lub ograniczniki temperatury w wykonaniu przedstawionym na rysunku 23 mają tą wadę, że przy uszkodzeniu polegającym na rozszczelnieniu układu, element sprężysty będzie zawsze wskazywał niską temperaturę i zabezpieczany aparat może ulec uszkodzeniu. W nowoczesnych rozwiązaniach tego typu regulatorów czy też ograniczników temperatury są specjalne zabezpieczenia dające przy rozszczelnieniu taki sam skutek jak przy przekroczeniu zadanej temperatury.



Rys. 23. a) sygnalizator temperatury, b) regulator temperatury

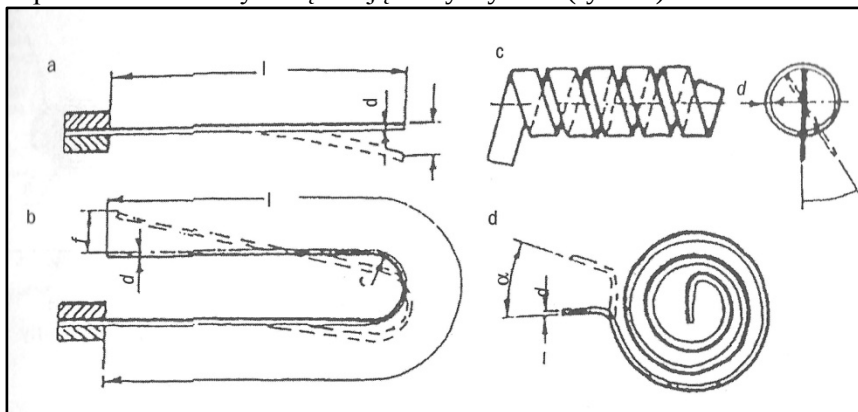
Do pomiaru temperatury w **czujnikach dylatometrycznych** wykorzystuje się pomiar różnicy rozszerzalności cieplnej dwu różnych materiałów. Na rys. 24 przedstawiono schematycznie zasadę budowy takiego termometru. Zazwyczaj różnice wydłużeń cieplnych materiałów przy długościach stosowanych przy wyrobie termometrów są rzędu dziesiątych części milimetra i aby uzyskać odpowiednie przesunięcie wskazówki lub spowodować zadziałanie wyłącznika, wartości te są zwielokrotnione przy pomocy układu dźwigni. Aby uzyskać powtarzalność w działaniu konieczna jest jednak wysoka precyzja wykonania. Czujniki te ze względu na złożoność i wysokie wymagania co do precyzji wykonania nie są popularne.



Rys. 24. Termometr dylatometryczny

1 – rurka z materiału o małej rozszerzalności liniowej, 2 – pręt z materiału o dużej rozszerzalności liniowej, 3 – przedłużenie pręta z materiału, z którego wykonana jest rurka, 4 – wskazówka z przekładnią mechaniczną, 5 – skala temperatur

Czujniki bimetaliczne podobnie jak dylatacyjne funkcjonują przy wykorzystaniu różnicy w rozszerzalności dwu metali. Metale te są razem zwalcowane lub zgrzane tworząc blaszkę. Po podgrzaniu pasek blachy bimetalowej wygina się w kierunku metalu o niższej cieplnej rozszerzalności liniowej. Taśmom bimetalowym nadaje się często odpowiednie kształty zwiększające wychylenie (rys. 25).



Rys. 25. Najczęściej spotykane kształty bimetalu

1 – taśma płaska, 2 – taśma w kształcie litery U, 3 – spirala walcowa, 4 – spirala płaska

Termometry bimetalowe stosowane są do pomiaru temperatury w piekarnikach, w termostatach pokojowych i starszych konstrukcjach zabezpieczeń przeciwwypływowych grzejników wody przepływowej. Produkowane są również zabezpieczenia (ograniczniki temperatury) wyłączające lub załączające obwód elektryczny w określonej temperaturze w sposób skokowy: zbudowane są krążka bimetalu, który przy określonej temperaturze w sposób skokowy staje się wypukły i zwiera lub rozwiera styki. Termopara składa się z dwóch drutów z różnych metali połączonych na jednym z końców. Jeżeli miejsce zgrzewu zostanie podgrzane, a końce tych drutów będą w innej temperaturze niż spoina, to pomiędzy drutami wystąpi stałe napięcie elektryczne. Wartość tego napięcia zależy od różnicy temperatury między końcami zimnymi i spoiny oraz rodzaju materiału połączonych drutów. Zwykle napięcia te najkorzystniejszych przypadkach wynosi 5-7 mV przy różnicy temperatury 100 stopni C między ogrzaną spoiną i zimnymi końcami. W konstrukcji aparatów gazowych termopary zwane też termoelementami używa się do zabezpieczeń przeciwwypływowych. Jeden z przewodów bywa wykonywany z kopelu lub konstantu, a drugi z chromoniklu lub chromelu. Zwykle termopary są krótkie, o długości kilku centymetrów, mają przylutowane druty lub rurkę i drut miedziany w celu ich przedłużenia.

Do wykonywania pomiarów temperatury stosowane są również **termometry oporowe**. W tego rodzaju termometrach wykorzystywane jest zjawisko zmiany oporu ciała stałego występujące przy zmianie temperatury. Stosowane są dwa rodzaje oporników: metaliczne, wykonane w kształcie cienkiego drutu lub napyłone cienką warstwą metalu na nieprzewodzące prądu podłoże oraz półprzewodzące prądu podłoże oraz półprzewodnikowe.

Oporniki metaliczne, najczęściej platynowe zwiększają swoją oporność ze wzrostem temperatury.

Oporniki półprzewodnikowe zmniejszają swoją oporność ze wzrostem temperatury. Czułość termometrów półprzewodnikowych, mierzona zmianą oporności występującej przy zmianie temperatury, jest większa niż metalicznych.

Każdy kocioł gazowy spełniający wymagania Polskiej Normy musi być wyposażony w termostat kotłowy. Termostat ten ma za zadanie utrzymywać z określoną dokładnością temperaturę wody wypływającej z kotła. Regulacja ogrzewania pomieszczeń przy wykorzystaniu takiego

termostatu wymaga od użytkownika ręcznej regulacji temperatury wody wypływającej z kotła. Istotnym postępowaniem jest zastosowanie termostatów pokojowych. Większość obecnie stosowanych kotłów ma możliwość zastosowania w nich tego rodzaju termostatów. Zastosowanie takich termostatów daje możliwość obniżenia zużycia gazu nawet do 20%.

5.7. Czasowe programatory ogrzewania

Znaczne oszczędności w zużyciu gazu osiąga się stosując programatory pracy urządzeń grzejnych. W obiektach wykorzystywanych okres czasu, np. zakłady pracy pracujące tylko na jedną zmianę, wskazane jest ze względów ekonomicznych wyłączanie lub ograniczanie ogrzewania gdy obiekt nie jest użytkowany oraz włączanie ogrzewania przed przyjściem pracowników. Do tego celu są wykorzystywane programatory czasowe pracy urządzeń grzejnych. Stosowane są programatory pracujące w cyklu dobowym lub tygodniowym. Programatory pracujące w cyklu dobowym stosowane są częściej w mieszkaniach, natomiast pracujące w cyklu tygodniowym w zakładach pracy. Programatorami w uproszczeniu są zegary elektryczne lub elektroniczne. W zegarach elektrycznych czas zadziałania ustala się wykorzystując styki. Urządzenia elektroniczne wykorzystują zegary cyfrowe. Programatory mogą być zamontowane na tablicy rozdzielczej kotła lub też w jednej obudowie z termostatem.

5.8. Urządzenia gazometryczne

Instalacje gazowe jak również sieci gazowe po pewnym czasie eksploatacji wykazują większe lub mniejsze nieszczelności, a więc gazy palne mogą się rozprzestrzeniać w pomieszczeniach, stanowiąc istotne zagrożenie dla mieszkańców lub użytkowników obiektów budowlanych.

Do wykrywania związków palnych w atmosferze pomieszczeń oraz w sąsiedztwie elementów wyposażenia instalacji i sieci gazowych stosuje się różnego rodzaju urządzenia określane ogólnie urządzeniami gazometrycznymi. Tego typu urządzenia, ze względu na powszechnego stosowania, muszą się cechować prostotą obsługi, niezawodnością działania i określaną potrzebami eksploatacyjnymi czułością oraz dokładnością pomiaru.

Urządzenia gazometryczne można ogólnie podzielić na:

- a) przyrządy stacjonarne
 - eksplozymetry,
 - metanomierze,
- b) przenośne
 - eksplozymetry przenośne
 - metanomierze przenośne
- c) przyrządy indywidualne
 - eksplozymetry indywidualne
 - metanomierze indywidualne
 - wykrywacze gazu.

Zastosowanie wymienionych typów przyrządów jest różne w zależności od potrzeb i wymagań. Przyrządy stacjonarne. Przyrządy indywidualne stosowane są głównie do wykrywania nieszczelności w instalacjach; mogą być również stosowane do pomiarów w pomieszczeniach.

Do urządzeń stacjonarnych zalicza się również systemy eksplozymetryczne znajdujące zastosowanie przy ochronie budynków, a właściwie pomieszczeń, w których mogą wystąpić stężenia związków palnych zagrażające bezpieczeństwu.

Systemy te można podzielić na:

- urządzenia sygnalizacyjne,
- urządzenia sygnalizacyjno-odcinające.

Urządzenia sygnalizacyjne wyposażone są w czujniki półprzewodnikowe lub katalityczne, informujące sygnałem optyczno-akustycznym lub tylko jednym z wymienionych, o pojawieniu się określonych stężeń związków palnych, najczęściej sygnał działa przy stężeniu 10 ± 20 % DGW.

Urządzenia sygnalizacyjno-odcinające umożliwiają dozorowanie jednocześnie kilku pomieszczeń i oprócz sygnalizacji optyczno-akustycznej powodują odcięcie dopływu gazu do poszczególnych urządzeń lub do całego obiektu.

Podstawowym elementem składowym urządzeń eksplozymetrycznych, które najczęściej są urządzeniami elektrycznymi, jest przetwornik pomiarowy, dokonujący konwersji wielkości nieelektrycznej, jaką jest stężenie związku palnego (gazu) w powietrzu na sygnał elektryczny. Ten element składowy urządzeń nazywany jest

często czynnikiem i decyduje o ich funkcjonalności i parametrach meteorologicznych.

Najczęściej stosuje się następujące rodzaje czujników:

- absorpcyjne w paśmie podczerwieni,
- interferometryczne,
- termokonduktometryczne,
- półprzewodnikowe,
- katalityczne.

Nazwa eksplozometr sugeruje, iż przyrząd mierzy % DGW dowolnego gazu palnego, jeżeli urządzenie jest kalibrowane określonym gazem. eksplozometr kalibrowany innym rodzajem gazu, wskaże zupełnie inne stężenie związku palnego, dlatego należy stosować odpowiednie załączone do instrukcji obsługi przyrządów tabele i wykresy.

W praktyce eksploatacyjnej najczęściej znajdują zastosowanie eksplozometry wyposażone w czujniki katalityczne i półprzewodnikowe. Wykrywacz gazu – urządzenie do wykrywania związków palnych w atmosferze pomieszczeń oraz w sąsiedztwie elementów wyposażenia instalacji i sieci gazowych.

Metanomierze – urządzenia do wykrywania metanu(CH_4).

Eksplozometry – urządzenia stosowane do określenia stopnia zagrożenia wybuchowego jakie stwarza pojedynczy składnik gazowy np.(CH_4) lub mieszanina różnych gazów wybuchowych (np. CH_4 i H_2). Urządzenie to mierzy % DGW gazu, na który zostało wykalibrowane.

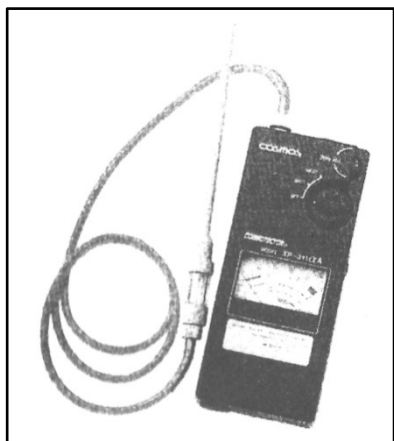
5.9.Przyrządy do wykrywania gazu

Przyrządy do wykrywania gazu stosowane przez zespoły monterskie można podzielić na trzy zasadnicze grupy:

1. Mierniki gazowe

Przykładem takiego urządzenia jest miernik stężenia gazów metanowych – eksplozometr MEX-01 SAPELL (jeden z pierwszych na polskim rynku po wejściu nowych przepisów w zakresie badań instalacji gazowych). Jego zaletą jest możliwość określenia wielkości wypływu gazu na skali ciągłej w wyskalowanych jednostkach stężenia gazu w procentach dolnej granicy wybuchowości. Miernik pokazuje również stężenia gazu powyżej 100% DGW.

Innym urządzeniem tego typu, profesjonalnym i droгим, jest miernik typu XP-311αA firmy New COSMOS (Japonia) z wbudowaną pompką ssącą. Zakres pomiarowy urządzenia 0-100% DGW, dokładność pomiarowa 5% pełnej skali, alarm akustyczny przy poziomie 20% DGW.



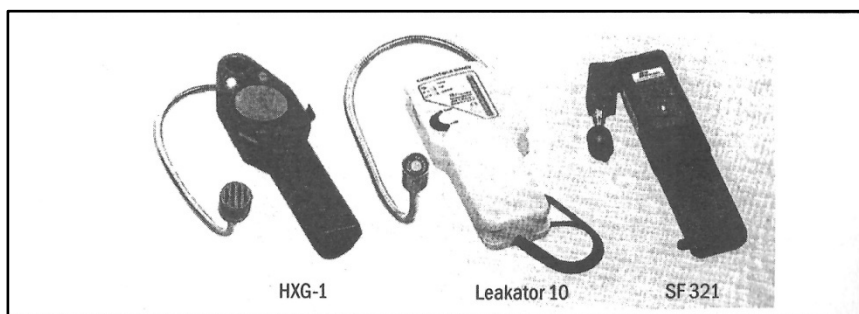
Rys. 26. Miernik typu XP-311αA firmy New COSMOS (Japonia)

2. Detektory gazowe wyskalowane w % DGW

Przykładem takiego urządzenia jest detektor stężenia gazów metanowych – eksplozometr GD-7EX. Jego zaletą jest możliwość określenia wielkości wypływu gazu na skali siedmiopunktowej wyskalowanej skokowo w zakresach pomiarowych do 40% DGW. Dolny próg czułości urządzenia wynosi 5% DGW. Wyposażone jest ono w sygnalizację alarmową optyczno-akustyczną. Alarm uruchamia się po przekroczeniu progu 15% DGW. Skala pomiarowa jest podświetlana diodami, dzięki czemu odczyt jest bardzo prosty. Sonda jest umieszczona na teleskopie o długości około 0,8 m.

3. Wykrywacze wycieku gazów palnych

Na rynku pojawiło się wiele bardzo czułych wykrywaczy gazowych. Niekiedy są one wielokrotnie bardziej czułe niż mierniki czy detektory wyskalowane w % DGW. Przy bardzo czułym wykrywaczu gazu monter wykonujący pomiar, kierując się samym faktem wycieku gazu, może zakwalifikować instalację jako niesprawną i niepotrzebnie rozebrać wiele jej połączeń.



Rys. 27. Wykrywacze wycieków gazów palnych

5.9. Urządzenia do prób szczelności instalacji gazowej

Wykonywanie prób ciśnieniowych na 0,5 atm przy odbiorze nowej instalacji gazowej bez podłączonych urządzeń czy na 0,15 atm przy odbiorze instalacji z podłączonymi urządzeniami jest dla nas czymś oczywistym.

Do pomiaru ciśnienia roboczego gazu nie nadaje się U-rurka wypełniona rtęcią ze względu na duży ciężar rtęci w stosunku do wody, a zatem dużo mniejszą dokładność pomiarów, a także z powodu toksyczności rtęci. Za pomocą U-rurki wypełnionej wodą osiąga się wyniki dość dokładne, lecz nie jest ona wygodna w stosowaniu.

Rozwiązaniem optymalnym wydaje się być stosowanie manometrów atestowanych z dużą tarczą pomiarową, najlepiej DN 150. Ważne jest, aby skala pomiarowa manometru była dostosowana do mierzonej wielkości. Naszą wielkością mierzoną jest 2,5 kPa. W praktyce wielkość mierzona powinna się mieścić na 2/3 skali manometru. Optymalnym zakresem jest zatem 4 kPa. Poprawne wyniki uzyska się też na manometrze o zakresie do 6 kPa, ale zmniejsza to dokładność podziału skali przy mierzeniu ciśnienia 2,5 kPa. Ku przypomnieniu podaję, że ciśnienie 4 kPa odpowiada ciśnieniu 40 cm słupa wody.

Stosowanie manometrów elektronicznych jest dopuszczalne tylko wówczas, jeśli przyrządy te mają atest do pomiarów gazowych. W żadnym wypadku nie wolno stosować przyrządów elektronicznych nieatestowanych, gdyż mogą to być urządzenia wewnętrznie iskrzące, mogące spowodować wybuch ulatniającego się z instalacji gazu.

6. INSTALACJE GAZOWE

6.1. Wymagania dla instalacji gazowych

1. Zaopatrzenie budynków w gaz oraz instalacje gazowe powinny odpowiadać potrzebom użytkowym i warunkom wynikającym z własności fizykochemicznych gazu oraz warunkom technicznym przyłączenia do sieci gazowej, określonym przez dostawcę gazu.
2. Instalację gazową zasilaną z sieci gazowej stanowi układ przewodów za kurkiem głównym, prowadzonych na zewnątrz lub wewnątrz budynku, wraz z armaturą, kształtkami i innym wyposażeniem, a także urządzeniami do pomiaru zużycia gazu, urządzeniami gazowymi oraz przewodami spalinowymi lub powietrzno-spalinowymi, jeżeli są one elementami wyposażenia urządzeń gazowych.
3. Instalacje gazowe zasilane gazem płynnym ze stałych zbiorników lub baterii butli, znajdujących się na działce budowlanej na zewnątrz budynku, stanowi układ przewodów za głównym zaworem odcinającym instalację zbiornikową, butle lub kolektor butli prowadzonych na zewnątrz lub wewnątrz budynku, wraz z armaturą, kształtkami i innym wyposażeniem, a także urządzenia do pomiaru zużycia gazu, urządzenia gazowe z wyposażeniem oraz przewody spalinowe lub powietrzno-spalinowe odprowadzające spaliny bezpośrednio poza budynek lub do przewodów w ścianach.
4. Instalację gazową zasilaną gazem płynnym z indywidualnych butli, znajdującej się wewnątrz budynku, stanowi butla gazowa, urządzenie redukcyjne przy butli, przewód z armaturą, kształtki i innym wyposażeniem, a także urządzenie gazowe wraz z przewodami spalinowymi lub powietrzno-spalinowymi, jeżeli stanowią one element składowy urządzeń gazowych.
5. Instalację zbiornikową gazu płynnego stanowi zespół urządzeń składający się ze zbiornika albo grupy zbiorników z armaturą i osprzętem oraz z przyłącza gazowego z głównym zaworem odcinającym.
6. Wymagania dla instalacji gazowych, o których mowa w rozporządzeniu, nie dotyczą instalacji przeznaczonych dla celów rolniczych i produkcyjno-przemysłowych (technologicznych).

6.2. Przepisy energetyczne eksploatacji urządzeń gazowych (jako **ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INFRASTRUKTURY** z dnia 18 września 2015 r. Dz. U. z 2015 r., poz. 1422)

Rozdział 7

Instalacja gazowa na paliwa gazowe

§ 156. 1. Zaopatrzenie budynków w gaz oraz instalacje gazowe powinny odpowiadać potrzebom użytkowym i warunkom wynikającym z własności fizykochemicznych gazu oraz warunkom technicznemu przyłączenia do sieci gazowej, określonym przez dostawcę gazu.

2. Instalacja gazowa zasilana z sieci gazowej stanowi układ przewodów za kurkiem głównym, prowadzonych na zewnątrz lub wewnątrz budynku, wraz z armaturą, kształtkami i innym wyposażeniem, a także urządzeniami do pomiaru zużycia gazu, urządzeniami gazowymi oraz przewodami spalinowymi lub powietrzno-spalinowymi, jeżeli są one elementami wyposażenia urządzeń gazowych.

3. Instalację gazową zasilaną gazem płynnym ze stałych zbiorników lub baterii butli, znajdujących się na działce budowlanej na zewnątrz budynku, stanowi układ przewodów za głównym zaworem odcinającym instalację zbiornikową, butle lub kolektor butli prowadzonych na zewnątrz lub wewnątrz budynku, wraz z armaturą, kształtkami i innym wyposażeniem, a także urządzenia do pomiaru zużycia gazu, urządzenia gazowe z wyposażeniem oraz przewody spalinowe lub powietrzno-spalinowe odprowadzające spaliny bezpośrednio poza budynek lub do przewodów w ścianach.

5. Instalację zbiornikową gazu płynnego stanowi zespół urządzeń składający się ze zbiornika albo grupy zbiorników z armaturą i osprzętem oraz z przyłącza gazowego z głównym zaworem odcinającym.

6. Wymagania dla instalacji gazowych, o których mowa w rozporządzeniu, nie dotyczą instalacji przeznaczonych dla celów rolniczych i produkcyjno-przemysłowych (technologicznych).

4. Instalację gazową zasilaną gazem płynnym z indywidualnych butli, znajdującej się wewnątrz budynku, stanowi butla gazowa, urządzenie redukcyjne przy butli, przewód z armaturą, kształtki i innym wyposażeniem, a także urządzenie gazowe wraz z przewodami spalinowymi lub powietrzno-spalinowymi, jeżeli stanowią one element składowy urządzeń gazowych.

§ 157. 1. W przewodach gazowych, doprowadzających gaz do zewnętrznej ściany budynku mieszkalnego, zamieszkania zbiorowego, użyteczności publicznej i rekreacji indywidualnej, nie powinno być ciśnienia wyższego niż 500 kPa, a do ścian zewnętrznych pozostałych budynków wyższego niż 1600 kPa.

2. Instalacja gazowa w budynkach powinna zapewniać doprowadzenie paliwa gazowego w ilości odpowiadającej potrzebom użytkowym oraz odpowiednia wartość ciśnienia przed urządzeniami gazowymi, zależną od rodzaju paliwa gazowego zastosowanego do zasilania budynku, określoną Polską Normą dotyczącą paliw gazowych, przy czym ciśnienie to nie powinno być wyższe niż 5 kPa.

3. Instalacja gazowa w budynku o wysokości większej niż 35 m ponad poziomem terenu może być doprowadzona tylko do pomieszczeń technicznych, w których są zainstalowane urządzenia gazowe, usytuowanych w piwnicy lub na najniższej kondygnacji nadziemnej, a także na najwyższej kondygnacji budynku lub nad tą kondygnacją, pod warunkiem zastosowania urządzeń stabilizujących ciśnienie gazu.

4. Zastosowanie instalacji gazowej w budynkach o wysokości ponad 25 m wymaga uzyskania pozytywnej opinii wydanej przez właściwego komendanta wojewódzkiej Państwowej Straży Pożarnej.

5. Instalacje gazowe zasilane gazem płynnym mogą być wykonywane tylko w budynkach niskich.

6. Zabrania się stosować w jednym budynku gazu płynnego i gazu z sieci gazowej.

7. W budynku niskim, mającym w mieszkaniach instalację zasilaną gazem płynnym, dopuszcza się usytuowanie kotłowni gazowej zasilanej z sieci gazowej.

8. Instalacja gazowa zasilana gazem o gęstości większej od gęstości powietrza nie mogą być stosowane w pomieszczeniach, których poziom podłogi znajduje się poniżej otaczającego terenu oraz w których znajdują się studzienki lub kanały instalacyjne i rewizyjne poniżej podłogi.

§ 158. 1. Instalacje sygnalizujące niedopuszczalny poziom stężenia gazu mogą być stosowane w budynkach, w których jest ustanowiony stały nadzór, zapewniający podejmowanie działań zaradczych, a także w budynkach jednorodzinnych.

2. Czujniki sygnalizujące niedopuszczalny poziom stężenia gazu w budynkach, o których mowa w ust. 1, powinny być instalowane w piwnicach i suterrenach oraz w pomieszczeniach, w których istnieje

możliwość nagromadzenia gazu przy stanach awaryjnych instalacji lub przyłącza gazowego.

3. Sygnały alarmowe stanu zagrożenia wybuchem w budynkach, z wyłączeniem budynków jednorodzinnych, powinny być skierowane do służb lub osób zobowiązanych do podjęcia skutecznej akcji zapobiegawczej.

4. Zabrania się instalowania urządzeń sygnalizacyjno-odcinających dopływ gazu do części mieszkalnej budynku rodzinnego. Nie dotyczy to indywidualnych urządzeń sygnalizacyjno-odcinających dopływ gazu do odrębnych mieszkań.

5. Urządzenia sygnalizacyjno-odcinające dopływ gazu należy stosować w tych pomieszczeniach, w których łączna nominalna moc cieplna zainstalowanych urządzeń gazowych jest większa niż 60 kW.

6. Zawór odcinający dopływ gazu do budynku, będący elementem składowym urządzenia sygnalizacyjno-odcinającego, powinien być instalowany poza budynkiem, między kurkiem głównym a wyprowadzeniem przewodu do budynku.

7. Instalacja gazowa przyłączona do sieci gazowej wykonanej z rur stalowych powinna być zabezpieczona przed wpływem prądów błędnych oraz objęta systemem elektrycznych połączeń wyrównawczych, o których mowa w § 183 ust. 1 pkt. 7.

§ 159. 1. Instalacja gazowa budynku zasilanego z sieci gazowej powinna mieć zainstalowany na przyłączy kurek główny, umożliwiający odcięcie dopływu gazu.

2. Kurek główny powinien być zainstalowany na zewnątrz budynku w wentylowanej szafce co najmniej z materiału trudnozapalnego przy ścianie, we wnęce ściennej lub w odległości nieprzekraczającej 10 m od zasilanego budynku, w miejscu łatwo dostępnym i zabezpieczonym przed wpływami atmosferycznymi, uszkodzeniami mechanicznymi i dostępem osób niepowołanych.

3. W zabudowie jednorodzinnej, zagrodowej i rekreacji indywidualnej dopuszcza się instalowanie kurka głównego w odległości większej niż 10 m od zasilanego budynku, w wentylowanej szafce, usytuowanej w linii ogrodzenia od ulicy lub ogólnego ciągu pieszego z dostępem do niej od strony zewnętrznej działki budowlanej.

4. W budynkach o charakterze monumentalnym dopuszcza się instalowanie kurków głównych w miejscach łatwo dostępnych z zewnątrz, niebędących pomieszczeniami, np. w podcieniach,

prześwitach bramach, w odległości nie większej niż 2 m od lica zewnętrznego budynku.

5. Odległość kurka głównego, montowanego przy ścianie lub we wnęce ściany budynku od poziomu terenu oraz najbliższej krawędzi okna, drzwi lub innego otworu w budynku powinna wynosić co najmniej 0,5 m.

6. W uzasadnionych przypadkach, wynikających z rozwiązania funkcjonalno-przestrzennego budynku, może być zainstalowany więcej niż jeden kurek główny. W takim przypadku instalacje zasilane z oddzielnych przyłączy nie mogą być ze sobą połączone.

7. W zwartej zabudowie śródmiejskiej dopuszcza się instalowanie kurka głównego przed budynkiem, poniżej poziomu terenu, pod warunkiem zachowania wymagań właściwych dla armatury zaporowej montowanej na gazociągach sieci gazowych.

8. Miejsce usytuowania kurka głównego powinno być jednoznacznie oznaczone. Na budynku mającym więcej niż jeden kurek główny należy umieścić informację o liczbie i miejscach ich zainstalowania.

§ 160. 1. W przypadku, gdy z jednego przyłącza jest zasilany więcej niż jeden budynek, oprócz kurka głównego, należy zastosować odrębne zawory niebędące kurkami głównymi, odcinające dopływ gazu do każdego z tych budynków.

2. W zabudowie jednorodzinnej, zagrodowej i rekreacji indywidualnej, gdy kurek główny jest zainstalowany w linii ogrodzenia w odległości większej niż 10 m, należy na ścianie budynku dodatkowo zastosować zawór odcinający.

3. Zawory odcinające, o których mowa w ust. 1 i 2, powinny spełniać wymagania określone w § 158 ust. 6.

§ 161. 1. W przypadku instalacji gazowej zasilanej z sieci gazowej o ciśnieniu do 500 kPa, z której korzysta więcej niż jeden odbiorca lub w której nominalnie zużycie gazu jest większe niż $10 \text{ m}^3/\text{h}$, w przeliczeniu na gaz ziemny wysokometanowy, przed urządzeniem redukcyjnym należy zainstalować zawór odcinający, a za tym urządzeniem – zawór odcinający będący kurkiem głównym.

2. W przypadku instalacji gazowej, zasilanej ze wspólnej sieci o ciśnieniu do 500kPa, z której korzysta jeden odbiorca, a nominalne zużycie gazu jest mniejsze niż $10 \text{ m}^3/\text{h}$, dopuszcza się aby zawór odcinający zainstalowany przed urządzeniem redukcyjnym był traktowany jako kurek główny. Przepis ten stosuje się także, jeżeli urządzenie redukcyjne jest połączone w jeden zespół z gazomierzem.

§ 162. Urządzenia redukcyjne mogą być instalowane wyłącznie na zewnątrz budynku i powinny być zabezpieczone przed dostępem osób niepowołanych i uszkodzeniami mechanicznymi.

§ 163 1. Przewody instalacji gazowej, prowadzone poniżej poziomu terenu, poza budynkiem w odległości większej niż 0,5 m od jego ściany zewnętrznej, powinny spełniać wymagania określone w przepisach odrębnych dotyczących sieci gazowych.

1a. Przewody instalacji gazowej powinny być wykonane w sposób zapewniający spełnienie wymagań szczelności i trwałości określonych w Polskiej Normie dotyczącej przewodów gazowych dla budynków.

2. Przewody instalacji gazowej, począwszy od 0,5 m przed zewnętrzną ścianą budynku do kurków odcinających przed gazomierzami w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych lub do odgałęzień lokali użytkowych w budynkach użyteczności publicznej, powinny być wykonane z rur stalowych bez szwu bądź z rur stalowych ze szwem przewodowych, zgodnych z wymaganiami przedmiotowych Polskich Norm, łączonych przez spawanie.

3. Przewody instalacji gazowej w budynkach mieszkalnych jednorodzinnych, zagrodowych i rekreacji indywidualnej, począwszy od 0,5 m przed zewnętrzną ścianą budynku do wyprowadzenia poza lico wewnętrzne tej ściany, powinny być wykonane z rur, o których mowa w ust. 2.

4. W budynkach mieszkalnych jednorodzinnych, budynkach w zabudowie zagrodowej i budynkach rekreacji indywidualnej przewody instalacji gazowej, a w pozostałych budynkach tylko przewody za gazomierzami lub odgałęzieniami prowadzącymi do odrębnych mieszkań lub lokali użytkowych, powinny być wykonane z rur, o których mowa w ust. 2, łączonych również z zastosowaniem połączeń gwintowanych lub z rur miedzianych łączonych przez lutowanie lutem twardym. Dopuszcza się stosowanie innych sposobów łączenia rur, jeżeli spełniają one wymagania szczelności i trwałości określone w Polskiej Normie dotyczącej przewodów gazowych dla budynków.

5. Po zewnętrznej stronie ścian budynku nie mogą być prowadzone przewody gazowe wykonane:

1) z rur stalowych, jeżeli służą do rozprowadzania paliw gazowych zawierających parę wodną lub inne składniki ulegające kondensacji w warunkach eksploatacyjnych,

2) z rur miedzianych.

6. Przewody instalacji gazowej dla gazu płynnego mogą być prowadzone powyżej poziomu terenu między zbiornikiem, butlą lub baterią butli a budynkiem, a także po zewnętrznej ścianie budynku, jeżeli długość tego przewodu nie jest większa niż 10 m, a składniki gazu nie podlegają kondensacji w warunkach eksploatacyjnych.

§ 164.1. Przewodów instalacji gazowych nie należy prowadzić przez pomieszczenia mieszkalne oraz pomieszczenia, których sposób użytkowania może spowodować naruszenie stanu technicznego instalacji lub wpływać na parametry eksploatacyjne gazu.

2. Zabrania się prowadzenia przez pomieszczenia mieszkalne przewodów instalacji gazowej z zastosowaniem połączeń gwintowanych, a także z zastosowaniem innych sposobów łączenia rur, jeżeli mogą one stanowić zagrożenie dla bezpieczeństwa mieszkańców.

3. Przewody instalacji gazowej, w stosunku do przewodów innych instalacji stanowiących wyposażenie budynku (ogrzewczej wodociągowej, kanalizacyjnej, elektrycznej, piorunochronnej itp.), należy lokalizować w sposób zapewniający bezpieczeństwo ich użytkowania. Odległość między przewodami instalacji gazowej a innymi przewodami powinna umożliwiać wykonywanie prac konserwacyjnych.

4. Poziome odcinki instalacji gazowych powinny być usytuowane w odległości co najmniej 0,1 m powyżej innych przewodów instalacyjnych, natomiast jeżeli gęstość gazu jest większa od gęstości powietrza - poniżej przewodów elektrycznych i urządzeń iskrzących.

5. Przewody instalacji gazowej krzyżujące się z innymi przewodami instalacyjnymi powinny być od nich oddalone co najmniej o 0,02 m.

6. Dopuszcza się prowadzenie przewodów gazowych z rur stalowych bez szwu i rur stalowych ze szwem przewodowych, łączonych za pomocą spawania przez jedną kondygnację garażu, znajdującą się bezpośrednio pod kondygnacją nadziemną budynku, pod warunkiem zabezpieczenia tych przewodów przed uszkodzeniem mechanicznym.

§ 165.1. Rozwiązania techniczne instalacji gazowej powinny umożliwiać samokompensację wydłużeń cieplnych oraz eliminować ewentualne odkształcenia instalacji, wywołane deformacją lub osiadaniem budynku.

2. Przewody instalacji gazowych w piwnicach i suterenach należy prowadzić na powierzchni ścian lub pod stropem, natomiast na

pozostałych kondygnacjach nadziemnych dopuszcza się prowadzenie ich także w bruzdach osłoniętych nieuszczelnionymi ekranami lub wypełnionych - po uprzednim wykonaniu próby szczelności instalacji - łatwo usuwalną masą tynkarską, niepowodującą korozji przewodów. Wypełnianie bruzd, w których są prowadzone przewody z rur miedzianych, jest zabronione.

3. Przewody gazowe z rur stalowych, po wykonaniu próby szczelności, powinny być zabezpieczone przed korozją.

§ 166.1. Urządzenia pomiarowe zużycia gazu, zwane dalej "gazomierzami", gazomierzy, powinny być zainstalowane oddzielnie dla każdego z odbiorców i zabezpieczone przed dostępem osób nieupoważnionych.

2. Lokalizacja gazomierzy powinna zapewniać łatwy dostęp do ich kontroli lub wymiany.

3. Przed każdym gazomierzem należy zainstalować zawór odcinający. Jeżeli gazomierz jest instalowany w jednej szafce z kurkiem głównym, uznaje się, że wymaganie to jest spełnione.

4. Gazomierze mogą być instalowane:

1) w szafkach z materiałów co najmniej trudnozapalnych, z otworami wentylacyjnymi:

a) na klatkach schodowych lub korytarzach ogólnych,

b) na zewnątrz budynku, razem z kurkiem głównym instalacji gazowej, z zachowaniem warunków określonych w § 159 i 160,

2) w szybach wentylowanych przeznaczonych dla pionów instalacyjnych, z drzwiczkami bez otworów wentylacyjnych, dostępnymi od strony pomieszczeń niemieszkalnych.

5. Dopuszcza się instalowanie gazomierzy, także bez szafek, w kuchniach stanowiących samodzielne pomieszczenie oraz w przedpokojach w istniejących budynkach mieszkalnych, podlegających przebudowie lub w których następuje remont instalacji gazowej.

6. Gazomierze mogą być ponadto instalowane w wydzielonych i zamykanych pomieszczeniach piwnicznych, jeżeli mają one otwór okienny oraz przewód wentylacji grawitacyjnej wyprowadzony ponad dach lub przez ścianę zewnętrzną na wysokość co najmniej 2,5 m powyżej terenu, w odległości nie mniejszej niż 0,5 m od bocznej krawędzi okien, drzwi i innych otworów.

§ 167. Gazomierzy nie można instalować:

- 1) w pomieszczeniach mieszkalnych, łazienkach lub innych, w których występuje zagrożenie korozyjne (wilgoć, opary związków chemicznych itp.),
- 2) we wspólnych wnękach z licznikami elektrycznymi,
- 3) w odległości mniejszej w rzucie poziomym niż 1 m od palnika gazowego lub innego paleniska,
- 4) w odległości mniejszej niż 3 m od urządzenia gazowego, mierząc w rozwinięciu długości przewodu.

§ 168.1. Gazomierze należy instalować w przedziale wysokości od 0,3 m do 1,8 m od poziomu podłogi do spodu gazomierza lub co najmniej 0,5 m od poziomu terenu.

2. Gazomierze do pomiaru przepływu gazu o gęstości mniejszej od gęstości powietrza powinny być umieszczone powyżej licznika elektrycznego i innych urządzeń mogących iskrzyć, a do gazu o gęstości większej od gęstości powietrza - o co najmniej 0,3 m poniżej licznika i takich urządzeń.

3. Gazomierze instalowane bez szafek, na tym samym poziomie co liczniki elektryczne lub inne mogące iskrzyć urządzenia, powinny być od nich oddalone co najmniej o 1 m.

4. Dopuszcza się zmniejszenie odległości, o której jest mowa w ust. 3, jeżeli między tymi urządzeniami zostanie wykonana przegroda z materiału niepalnego o wysokości co najmniej 0,5 m powyżej i poniżej gazomierza oraz wysięgu większym o co najmniej 0,1 m od odległości lica gazomierza od ściany, na której jest zainstalowany.

§ 169. Rozwiązania techniczne połączeń gazomierzy i urządzeń gazowych z instalacją powinny umożliwiać ich odłączenie bez konieczności demontażu części instalacji.

§ 170.1. Urządzenia gazowe mogą być instalowane wyłącznie w pomieszczeniach spełniających warunki dotyczące ich wysokości, kubatury, wentylacji i odprowadzenia spalin, a także dopływu powietrza do spalania określone w rozporządzeniu, w Polskich Normach i przepisach odrębnych.

2. Urządzenia gazowe z otwartą komorą spalania, przez co rozumie się urządzenia typu A i B, nie mogą być instalowane w pomieszczeniach mieszkalnych, z zastrzeżeniem § 93 ust. 2 i 3.

3. Urządzenia gazowe z zamkniętą komorą spalania, przez co rozumie się urządzenia typu C, mogą być instalowane w pomieszczeniach mieszkalnych, niezależnie od rodzaju występującej w nich wentylacji, pod warunkiem zastosowania koncentrycznych przewodów powietrzno-spalinowych, z zachowaniem wymagań § 175.

§ 171. Urządzenia gazowe, pozostające bez stałego dozoru w czasie ich użytkowania, takie jak kotły gazowe lub ogrzewacze pomieszczeń, powinny być wyposażone w samoczynnie działające zabezpieczenia przed skutkami spadku ciśnienia lub przerwą w dopływie gazu.

§ 172.1. Maksymalne, łączne obciążenie cieplne przypadające na 1 m³ kubatury, służące do określania wymaganej kubatury pomieszczenia, w którym są zainstalowane urządzenia gazowe, pobierające powietrze do spalania z tego pomieszczenia, nie może przekraczać wartości określonych w poniższej tabeli:

Rodzaje pomieszczeń	Maksymalne obciążenie cieplne urządzeń gazowych na 1 m ³ kubatury pomieszczenia	
	typ A - bez odprowadzenia spalin	typ B - z odprowadzeniem spalin
1	2	3
Pomieszczenia przeznaczone na stały pobyt ludzi oraz wnętrza kuchenne połączone z przedpokojem	175 W (150kcal/h)	350 W (300 kcal/h)
Pomieszczenia nieprzeznaczone na stały pobyt ludzi, w tym pomieszczenia kuchenne w mieszkaniach	930 W (800 kcal/h)	4.650 W (4.000 kcal/h)

2. W przypadku instalowania w jednym pomieszczeniu urządzeń gazowych bez odprowadzenia spalin i z odprowadzeniem spalin, łączne obciążenie cieplne pochodzące od tych urządzeń przypadające na 1 m³ kubatury pomieszczenia nie może przekraczać wielkości podanych w tabeli w ust. 1, kolumna 2.

3. Kubatura pomieszczeń, w których instaluje się urządzenia gazowe, nie powinna być mniejsza niż:

1) 8 m³ - w przypadku urządzeń pobierających powietrze do spalania z tych pomieszczeń,

2) 6,5 m³ - w przypadku urządzeń z zamkniętą komorą spalania.

4. Pomieszczenia, w których instaluje się urządzenia gazowe, powinny mieć wysokość co najmniej 2,2 m.

5. W budynkach jednorodzinnych, mieszkalnych w zabudowie zagrodowej i rekreacji indywidualnej, wzniesionych przed dniem wejścia w życie rozporządzenia, dopuszcza się instalowanie gazowych kotłów grzewczych w pomieszczeniach technicznych o wysokości co najmniej 1,9 m, z zachowaniem warunków określonych w ust. 1 i § 170 ust. 1 i 2.

§ 173.1. Przy instalowaniu urządzeń gazowych należy spełnić następujące warunki:

1) urządzenia gazowe należy połączyć ze stalowymi lub miedzianymi przewodami instalacji gazowej na stałe lub z zastosowaniem elastycznych przewodów metalowych,

2) zawór odcinający dopływ gazu do urządzenia należy umieścić w pomieszczeniu, w którym jest zainstalowane urządzenie gazowe, w miejscu łatwo dostępnym, w odległości nie większej niż 1 m od króćca przyłączeniowego,

3) kuchnie i kuchenki gazowe należy instalować w odległości co najmniej 0,5 m od okien do boku urządzenia, licząc w rzucie poziomym,

4) ogrzewacze pomieszczeń, których temperatura osłon może przekroczyć 60°C, należy instalować w odległości co najmniej 0,3 m od ścian z materiałów łatwo zapalnych, otynkowanych oraz w odległości 0,6 m od elementów ścian z materiałów łatwo zapalnych, nieosłoniętych tynkiem,

5) grzejniki gazowe wody przepływowej należy instalować na ścianach z materiałów niepalnych bądź odizolować je od ściany z materiałów palnych płytą z materiału niepalnego.

2. Urządzenia gazowe, wymagające przemieszczania, takie jak palniki, kolby, lutownice, mogą być instalowane za pomocą przewodów elastycznych przeznaczonych do takich celów.

§ 174.1. Grzewcze urządzenia gazowe, takie jak kotły grzewcze, grzejniki wody przepływowej, niezależnie od ich obciążeń cieplnych, powinny być podłączone na stałe z indywidualnymi kanałami spalinowymi, z uwzględnieniem instrukcji technicznej producenta

urządzenia, o której mowa w przepisach dotyczących zasadniczych wymagań dla urządzeń spalających paliwa gazowe.

2. Przewody i kanały spalinowe odprowadzające spaliny od urządzeń gazowych na zasadzie ciągu naturalnego powinny posiadać przekroje wynikające z obliczeń oraz zapewniać podciśnienie ciągu w wysokości odpowiedniej dla typu urządzenia i jego mocy cieplnej.

3. Dopuszcza się stosowanie zbiorczych przewodów systemów powietrzno-spalinowych przystosowanych do pracy z urządzeniami z zamkniętą komorą spalania, wyposażonymi w zabezpieczenia przed zanikiem ciągu kominowego.

4. Dopuszcza się stosowanie indywidualnych przewodów powietrznych i spalinowych jako zestawu wyrobów służących do doprowadzenia powietrza do urządzenia gazowego i odprowadzenia spalin na zewnątrz. 5. 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.

6. Przewody i kanały spalinowe, odprowadzające spaliny od grzewczych urządzeń gazowych, powinny być dostosowane do warunków pracy danego typu urządzenia.

7. Przewody i kanały spalinowe odprowadzające spaliny od urządzeń gazowych, z wyłączeniem kotłów, powinny spełniać następujące wymagania:

1) przekroje poprzeczne przewodu, a także kanału spalinowego powinny być stałe na całej długości,

2) długość pionowych przewodów spalinowych powinna być nie mniejsza niż 0,22 m, a przewodów poziomych ułożonych ze spadkiem co najmniej 5% w kierunku urządzenia - nie większa niż 2 m,

3) długość kanału spalinowego mierzona od osi wlotu przewodu spalinowego do krawędzi wylotu kanału nad dachem powinna być nie mniejsza niż 2 m,

4) wyloty kanałów spalinowych, jeżeli wynika to z warunków pracy urządzeń, powinny być zaopatrzone w wywietrzniki dobrane do ilości spalin, długości odcinków pionowych, położenia w określonej strefie wiatrowej i warunków lokalnych.

8. Dopuszcza się instalowanie przepustnic w przewodach odprowadzających spaliny z poszczególnych urządzeń, jeżeli ich działanie nie zakłóca przepływu spalin.

9. Urządzenia gazowe wyposażone w palniki nadmuchowe powinny być połączone przewodami z kanałami spalinowymi, których przekroje należy dobierać z uwzględnieniem nadciśnień występujących w komorach spalania tych urządzeń.

10. Nad urządzeniami gazowymi typu restauracyjnego z odprowadzeniem spalin do pomieszczenia należy umieszczać okapy odprowadzające te spaliny do kanałów spalinowych, przy czym dla urządzeń o mocy cieplnej większej niż 30 kW należy instalować czujniki, wyłączające urządzenie w przypadku zaniku ciągu kominowego.

§ 175.1. 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 wolno stojących budynkach jednorodzinnych, zagrodowych i rekreacji indywidualnej,

2) 5 kW - w pozostałych budynkach mieszkalnych.

2. Wyloty przewodów, o których mowa w ust. 1 pkt. 2, powinny znajdować się wyżej niż 2,5 m ponad poziomem terenu. Dopuszcza się sytuowanie tych wylotów poniżej 2,5 m, lecz nie mniej niż 0,5 m ponad poziomem terenu, jeżeli w odległości do 8 m nie znajduje się plac zabaw dla dzieci lub inne miejsca rekreacyjne.

3. Odległość między wylotami przewodów, o których mowa w ust. 1, powinna być nie mniejsza niż 3 m, a odległość tych wylotów od najbliższej krawędzi okien otwieranych i ryzalitów przesłaniających nie mniejsza niż 0,5 m.

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

§ 176.1. Pomieszczenia przeznaczone do instalowania kotłów na paliwa gazowe powinny odpowiadać wymaganiom § 172 oraz innym przepisom rozporządzenia, a także odpowiadać wymaganiom określonym w Polskiej Normie dotyczącej kotłowni wbudowanych na paliwa gazowe o gęstości względnej mniejszej niż 1.

2. Kotły na paliwa gazowe o łącznej mocy cieplnej do 30 kW mogą być instalowane w pomieszczeniach nieprzeznaczonych na stały pobyt ludzi oraz w miejscach, o których mowa w ust. 3.

3. Kotły na paliwa gazowe o łącznej mocy cieplnej powyżej 30 kW do 60 kW należy instalować w pomieszczeniu technicznym lub w przewidzianym wyłącznie na kotłownię budynku wolno stojącym.

4. Kotły na paliwa gazowe o łącznej mocy cieplnej powyżej 60 kW do 2.000 kW należy instalować w służącym wyłącznie do tego celu pomieszczeniu technicznym lub w budynku wolno stojącym przeznaczonym wyłącznie na kotłownię.

5. Kotły na paliwa gazowe o łącznej mocy cieplnej powyżej 2.000 kW mogą być instalowane wyłącznie w budynku wolno stojącym przeznaczonym na kotłownię.

6. Kubatura pomieszczeń z kotłami na paliwa gazowe o łącznej mocy cieplnej do 60 kW oraz z kotłami o mocy cieplnej powyżej 60 kW pobierającymi powietrze z pomieszczeń powinna odpowiadać wymaganiom określonym w § 172.

7. Kubatura pomieszczeń z kotłami, o których mowa w ust. 4 i 5, z zamkniętą komorą spalania, powinna być określana indywidualnie, przy uwzględnieniu warunków technicznych i technologicznych, a także wymagań eksploatacyjnych.

8. W pomieszczeniu z zainstalowanymi kotłami, o których mowa w ust. 4 i 5, zabrania się instalowania urządzeń przeznaczonych do pomiaru zużycia gazu.

9. Do pomieszczeń technicznych z zainstalowanymi kotłami o łącznej mocy cieplnej powyżej 60 kW do 2.000 kW, zlokalizowanych w budynku o innym przeznaczeniu niż kotłownia, należy doprowadzić odrębny przewód gazowy, z którego nie mogą być zasilane pozostałe urządzenia gazowe w tym budynku.

§ 177. Urządzenia gazowe instalowane w budynku mogą być zasilane gazem płynnym z indywidualnych butli o nominalnej zawartości gazu do 11 kg, pod warunkiem spełnienia następujących wymagań:

- 1) w jednym mieszkaniu, warsztacie lub lokalu użytkowym nie należy instalować więcej niż dwóch butli,
- 2) w pomieszczeniu, w którym instaluje się butlę, należy zachować temperaturę niższą niż 35°C,
- 3) butlę należy instalować wyłącznie w pozycji pionowej,
- 4) butlę należy zabezpieczyć przed uszkodzeniami mechanicznymi,
- 5) między butlą a urządzeniem promieniującym ciepło, z wyłączeniem zestawów urządzeń gazowych z butlami, należy zachować odległość co najmniej 1,5 m,
- 6) butli nie należy umieszczać w odległości mniejszej niż 1 m od urządzeń mogących powodować iskrzenie,
- 7) urządzenia gazowe należy łączyć z reduktorem ciśnienia gazu na butli za pomocą elastycznego przewodu o długości nieprzekraczającej 3 m i wytrzymałości na ciśnienie co najmniej 300 kPa, odpornego na składniki gazu płynnego, uszkodzenia mechaniczne oraz temperaturę do 60°C,
- 8) urządzenie gazowe o mocy cieplnej przekraczającej 10 kW należy łączyć z przewodem elastycznym, o którym mowa w pkt 7, rurą stalową o długości co najmniej 0,5 m.

§ 178. Instalacje gazowe w budynku lub w zespole budynków mogą być zasilane gazem płynnym z butli gazowej o nominalnej zawartości gazu do 33 kg lub z baterii takich butli, pod warunkiem spełnienia następujących wymagań:

- 1) butle powinny być umieszczone na zewnątrz budynku, w miejscu oznakowanym, na utwardzonym podłożu, pod zadaszeniem chroniącym od wpływu czynników atmosferycznych,
- 2) liczba butli w baterii nie może przekraczać 10,

- 3) butle w baterii powinny być podłączone do kolektora wykonanego z rury stalowej bez szwu lub rury przewodowej łączonej przez spawanie,
- 4) odległość butli od najbliższych otworów okiennych lub drzwiowych w ścianie zewnętrznej budynku nie powinna być mniejsza niż 2 m,
- 5) butle nie mogą być sytuowane w zagłębieniach terenu.

§ 179. 1. Instalacje gazowe w budynku lub w zespole budynków mogą być zasilane z jednego zbiornika z gazem płynnym lub grupy takich zbiorników.

2. Liczba zbiorników naziemnych w grupie nie powinna przekraczać 6 sztuk, a ich łączna pojemność 100 m³. Odległość pomiędzy grupami zbiorników naziemnych powinna wynosić:

1) 7,5 m – w przypadku, gdy łączna pojemność zbiorników w grupie nie przekracza 30 m³ ;

2) 15 m – w przypadku, gdy łączna pojemność zbiorników w grupie przekracza 30 m³.

3. Zbiorniki gazu płynnego nie mogą być sytuowane w zagłębieniach terenu, w miejscach podmokłych oraz w odległości mniejszej niż 5 m od rowów, studzienek lub wpustów kanalizacyjnych.

4. Dopuszczalną odległość zbiorników z gazem płynnym od budynków mieszkalnych, budynków zamieszkania zbiorowego oraz budynków użyteczności publicznej, a także między zbiornikami, określa poniższa tabela:

Nominalna pojemność zbiornika w m ³	Odległość budynków mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej od:		Odległość od sąsiedniego zbiornika naziemnego lub podziemnego w m
	zbiornika naziemnego w m	zbiornika podziemnego w m	
1	2	3	4
do 3	3	1	1
powyżej 3 do 5	5	2,5	1
powyżej 5 do 7	7,5	3	1,5
powyżej 7 do 10	10	5	1,5
powyżej 10 do 40	20	10	¼ sumy średnic dwóch sąsiednich zbiorników
powyżej 40 do 65	30	15	
powyżej 65 do 100	40	20	

5. Dopuszczalna odległość zbiorników z gazem płynnym od budynków produkcyjnych i magazynowych powinna wynosić dla zbiorników o pojemności:

1) do 10 m³ – nie mniej niż odległość określona w tabeli w ust. 4 w kolumnach 2 i 3;

2) powyżej 10 m³ – nie mniej niż połowa odległości określonej w tabeli w ust. 4 w kolumnach 2 i 3.

6. Odległość zbiorników z gazem płynnym od granicy z sąsiednią działką budowlaną powinna być nie mniejsza niż połowa odległości określonej w tabeli w ust. 4 w kolumnach 2 i 3, przy zachowaniu wymaganej odległości od budynku danego rodzaju.

7. Odległości określone w tabeli w ust. 4 w kolumnie 2 mogą być zmniejszone do 50% w przypadku zastosowania wolno stojącej ściany

oddzielenia przeciwpożarowego o klasie odporności ogniowej co najmniej R E I 120, usytuowanej pomiędzy zbiornikiem z gazem płynnym a budynkiem. Wymiary wolno stojącej ściany oraz jej odległość od zbiornika powinny być tak dobrane, aby osłonić zbiornik od tej części budynku, która znajduje się w odległości mniejszej niż określona w tabeli w ust. 4 w kolumnie 2 od dowolnego punktu zbiornika.

8. Dla zbiornika z gazem płynnym o pojemności do 10 m³ zmniejszenie jego odległości od budynku, o której mowa w ust. 7, może mieć miejsce również wówczas, gdy pionowy pas ściany tego budynku o szerokości co najmniej równej rzutowi równoległemu zbiornika, powiększonej po 2 m z obu jego stron, oraz o wysokości równej wysokości budynku będzie miał klasę odporności ogniowej co najmniej R E I 120 i w tym pasie ściany nie będą znajdowały się otwory okienne i drzwiowe.

9. Odległość zbiornika z gazem płynnym od rzutu poziomego skrajnego przewodu elektroenergetycznej linii napowietrznej, a także od szyny zelektryfikowanej linii kolejowej lub tramwajowej powinna wynosić co najmniej:

- 1) 3 m – przy napięciu linii elektroenergetycznej lub sieci trakcyjnej do 1 kV;
- 2) 15 m – przy napięciu linii elektroenergetycznej lub sieci trakcyjnej równym lub większym od 1 kV.

6.3. Odbiór instalacji gazowej

6.3.1. Uwagi ogólne

Przed podłączeniem instalacji gazowej do sieci rozdzielczej należy dokonać odbioru technicznego, który prowadzi wykonawca instalacji w obecności przedstawiciela dostawcy gazu oraz inwestora obiektu budowlanego.

Sprawdzenie instalacji gazowej polega na kontroli:

- a) zgodności jej wykonania z projektem technicznymi pozwoleniem na budowę oraz obowiązującymi przepisami i normami.
- b) jakości wykonania instalacji,
- c) jakości użytych materiałów.

W trakcie odbioru instalacji wykonawca powinien przedstawić następujące dokumenty:

- a) pozwolenie na budowę wydane przez właściwy urząd administracji państwowej,
- b) dziennik budowy,
- c) wymagane uprawnienie do wykonywania instalacji gazowych,
- d) dokumentację techniczną z naniesionymi zmianami dokonanymi w trakcie budowy (dokumentacja powykonawcza),
- e) protokoły wykonania prób i badań,
- f) opinię Zakładu Kominarskiego o prawidłowości podłączenia urządzeń gazowych do przewodów kominowych i drożności układu odprowadzania spalin,
- g) certyfikaty (certyfikat na znak bezpieczeństwa B lub znak DT), aprobaty techniczne, deklarację godności,
- h) warunki techniczne dostawy gazu,
- i) instrukcję obsługi urządzeń gazowych.

6.3.2 Kontrola zgodności wykonania instalacji gazowej z projektem technicznym.

Kontrola zgodności wykonania instalacji gazowej z projektem technicznym polega na sprawdzeniu:

- a) średnic przewodów gazowych i armatury,
- b) zgodnego z projektem prowadzenia instalacji w budynku,
- c) mocowania przewodów i armatury (w tym kurków),
- d) właściwego doboru rur, łączników, armatury i materiałów pomocniczych,
- e) włączenia przewodów spalinowych i prawidłowego wykonania wentylacji pomieszczeń
- f) zgodności wykonania z obowiązującymi przepisami.

Wszelkie zmiany w stosunku do projektu technicznego wykonawca powinien wpisać do dziennika budowy i skorygować dokumentację techniczną.

6.3.3. Kontrola jakości wykonania instalacji gazowej

Kontrola jakości wykonania polega na sprawdzeniu:

- a) jakości zastosowanych materiałów (rur, łączników, lutów, armatury, przejść przez przegrody budowlane, elementów mocujących rury) przy uwzględnieniu dopuszczenia ich do zastosowania w instalacjach gazowych,
- b) wykonania instalacji wg właściwej technologii,
- c) sprawności armatury gazowej,
- d) przystosowania urządzeń gazowych do spalania danej podgrupy gazu.

6.3.4. Główna próba szczelności

1. W przypadku:
 - 1) wykonania nowej instalacji gazowej,
 - 2) jej przebudowy lub remontu
 - 3) wyłączenia jej do użytkowania na okres dłuższy niż 6 m-cy- należy przed przekazaniem jej do użytkowania przeprowadzić główną próbę szczelności.
2. Główną próbę szczelności przeprowadza się odrębnie dla części instalacji przed gazomierzami oraz odrębnie dla pozostałej części instalacji z pominięciem gazomierzy.
3. Główną próbę szczelności przeprowadza się na instalacji nie posiadającej zabezpieczenia antykorozyjnego, po jej oczyszczeniu, zaślepieniu końcówek, otwarciu kurków i odłączeniu odbiorników gazu.
4. Manometr użyty do przeprowadzenia głównej próby szczelności powinien spełniać wymagania klasy 0,6 i posiadać świadectwo legalizacji.
5. Zakres pomiarowy manometru powinien wynosić:
 - 1) 0-0,06 MPa w przypadku ciśnienia próbnego wynoszącego 0,05 MPa,
 - 2) 0-0,16 MPa w przypadku ciśnienia próbnego wynoszącego 0,1 MPa,
6. Ciśnienie czynnika próbnego w czasie przeprowadzania głównej próby szczelności powinno wynosić 0,05 MPa. Dla instalacji lub jej

części znajdującej się w pomieszczeniu mieszkalnym lub w pomieszczeniu zagrożonym wybuchem ciśnienie czynnika próbnego powinno wynosić 0,1 MPa.

7. Wynik głównej próby szczelności uznaje się za pozytywny, jeżeli w czasie 30 min od ustabilizowania się ciśnienia czynnika próbnego nie nastąpi spadek ciśnienia.

8. Z przeprowadzenia głównej próby szczelności sporządza się protokół, który powinien być podpisany przez właściciela budynku oraz wykonawcę instalacji gazowej.

6.3.5. Protokół z odbioru końcowego instalacji gazowej

Po pozytywnym wyniku z przeprowadzonych prób szczelności i odbiorze technicznym wykonawca wypełnia protokół odbioru instalacji gazowej i ustala z dostawcą gazu termin i warunki uruchomienia instalacji gazowej.

Udział dostawcy gazu w odbiorze technicznym sprowadza się do oceny przydatności wykonanej instalacji gazowej do przyłączenia do sieci, a w szczególności:

- udziału w odbiorze próby szczelności,
- sprawdzeniu zgodnego z wydanymi warunkami przyłączenia instalacji do sieci gazowej,
- sprawdzeniu prawidłowości wykonania i usytuowania kurka głównego i gazomierza,
- sprawdzeniu prawidłowości wykonania i usytuowania punktu redukcyjno-pomiarowego (jeżeli taki jest).

Dostawca gazu otrzymuje protokół odbioru instalacji – na bazie którego zawiera z odbiorcą umowę o dostawę gazu.

Dokumentacja odbiorowa pozostaje w aktach właściciela (administratora) budynku.

Odbiorcy gazu otrzymują instrukcje obsługi urządzeń gazowych zainstalowanych w budynku (mieszkanu) od wskazanego serwisu wykonawcy. Inwestor zgłasza fakt przekazania instalacji do użytkowania do właściwego terenowego urzędu (rejonowego, miejskiego), przekazuje wypełniony dziennik budowy i protokół odbioru instalacji.

6.3.6. Uruchamianie instalacji gazowej.

Po przeprowadzeniu odbioru technicznego i podpisaniu umowy z dostawcą gazu przez właściciela instalacji, instalacja gazowa może być podłączona do sieci rozdzielczej i uruchomiona przez dostawcę gazu. Uruchomienie polega na doprowadzeniu gazu do wszystkich odcinków instalacji oraz urządzeń gazowych. Do obowiązków dostawcy gazu należy zamontowanie oddzielnego, dla każdego odbiorcy, gazomierza.

Bezpośrednio przed uruchomieniem instalacji należy sprawdzić czy wszystkie potencjalne miejsca uchodzenia gazu są zamknięte (kurki, zawory, palniki urządzeń gazowych itp. W przypadku dużych instalacji gazowych zasilających odbiorców w budynkach wielorodzinnych, uruchomienie instalacji związane jest również z uprzednim zamontowaniem wszystkich gazomierzy i odcięciem dopływu gazu przed gazomierzami. Uruchamianie instalacji w takim przypadku wykonywane jest w dwóch etapach:

- 1) uruchomienie instalacji rozprowadzających i pionów gazowych
- 2) uruchomienie instalacji w poszczególnych mieszkaniach.

Otwarcie dopływu gazu do instalacji gazowej związane jest z możliwością powstania mieszaniny gazu z powietrzem w granicach zapłonu, co stanowi istotne zagrożenie dla odbiorców gazu. Uruchomienie instalacji gazowej polega również na usunięciu z przewodów mieszaniny gazu palnego z powietrzem, czyli tzw. „odpowietrzenia”. Jeżeli uruchomienie instalacji następuje w podanych wyżej etapach, odprowadzenie mieszaniny z przewodów należy wykonywać na zewnątrz budynku tylko z końcówek instalacji, a więc w przypadku pionów – na najwyższych kondygnacjach budynków mieszkalnych oraz na palnikach wszystkich urządzeń gazowych.

Usunięcie mieszaniny gazu i powietrza z przewodów można stwierdzić za pomocą sprzętu specjalistycznego. Jednak jak wynika z praktyki eksploatacyjnej, mieszaniny te są usunięte z przewodów wówczas, gdy na zewnątrz zostanie odprowadzona ilość gazu równa 2-3 krotnej pojemności „odpowietrzanych” przewodów. Powyższe stwierdzenie jest jedynie pewnym przybliżeniem, natomiast prostszym sposobem kontroli usunięcia z przewodów mieszaniny gazu z powietrzem jest skierowanie, po pewnym okresie odpowietrzania,

strumienia gazu np. przy użyciu elastycznego przewodu do naczynia z roztworem mydła. Uchodzący gaz tworzy bańki mydlane. Naczynie z pęcherzykami przenosi się w miejsce nie zagrożone wybuchem np. na balkon, loggię lub parapet otwartego okna, a następnie podpala pęcherzyki. Palenie wybuchowe wskazuje na to, iż instalacja powinna być poddana dalszemu odpowietrzaniu, palenie spokojne oznacza, iż można zakończyć odpowietrzania. Dopuszcza się, aby krótkie odcinki instalacji, na przykład podłączenia urządzeń gazowych (3-4m) odpowietrzać bezpośrednio do pomieszczenia pod warunkiem czynnej (sprawnej) wentylacji i przy otwartych oknach.

Po odpowietrzeniu instalacji należy sprawdzić działanie wszystkich kurków urządzeń gazowych przez kilkakrotne zmniejszenie i zwiększenie płomienia, zgaszenie go, a następnie ponowne zapalenie. Sprawdzeniem tym muszą być objęte wszystkie kurki każdego urządzenia gazowego.

Instalacje można uznać za uruchomioną i nadającą się do eksploatacji, jeżeli odpowietrzeniu poddano wszystkie jej odcinki oraz urządzenia gazowe, a także, jeżeli w trakcie wykonywanych prac związanych z odpowietrzaniem, sprawdzono czy wszystkie zamontowane urządzenia gazowe funkcjonują prawidłowo.

6.5 Okresowa kontrola instalacji gazowych

Instalacja gazowa w czasie użytkowania powinna być poddawana przez właściciela lub zarządcę:

- 1) okresowej kontroli, co najmniej raz w roku, polegającej na sprawdzeniu stanu technicznego,
- 2) okresowej kontroli, co najmniej raz na 5 lat, polegającej na sprawdzeniu stanu technicznego i wartości użytkowej, estetyki obiektu i jego otoczenia

Obowiązek okresowej kontroli, obejmują właścicieli i zarządców budynków indywidualnego budownictwa jednorodzinnego, zagrodowego i letniskowego.

Kontrole okresowe instalacji gazowej może wykonywać osoba posiadająca odpowiednie wykształcenie zawodowe oraz dodatkowe kwalifikacje, wynikające z przepisów szczegółowych dla osób dozoru lub eksploatacji instalacji gazowej (w zakresie eksploatacji – naprawy

i konserwacji urządzeń i instalacji energetycznych wraz z aparaturą kontrolno-pomiarową i urządzeniami automatycznej regulacji).

Przyrządy pomiarowe stosowane podczas kontroli okresowej powinny być sprawne i posiadać aktualne świadectwa legalizacyjne (uwierzytelnieni).

Do zlokalizowania miejsc wypływu paliwa gazowego z nieszczelności instalacji gazowej należy stosować metanomierze o czułości minimum 0,001% objętości metanu – CH₄.

6.5.1. Kontrola okresowa wykonywana raz w roku

Kontrola okresowa sprawności instalacji gazowej zasilanej z sieci gazowej w budynku mieszkalnym, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej wykonywana, co najmniej raz w roku w czasie użytkowania, powinna obejmować sprawdzenie stanu technicznego zgodnie z tab.2.

Tabela 2. Zakres kontroli okresowej			
Zakres	Instalacja gazowa		
	od kurka głównego do kurka odcinającego u odbiorcy indywidualnego	u odbiorcy indywidualnego	w budynkach użyteczności publicznej i zamieszkania zbiorowego
pomieszczenie kurka głównego	X		X
przewody rurowe, łączniki	X	X	X
połączenia gwintowane, spawane i lutowane	X	X	X
armatura	X	X	X
gazomierz zbiorczy	X		
gazomierz		X	X
palniki i urządzenia zabezpieczające		X	X
kanały spalinowe	X		X
rury spalinowe z urządzeń gazowych		X	X

6.5.2. Kontrola okresowa przeprowadzana co 5 lat.

Okresowe kontrole instalacji przeprowadzane co 5 lat (przez właściciela lub zarządcę instalacji) należy wykonywać wg wymagań określonych dla kontroli rocznych oraz dokonać oceny wartości użytkowej instalacji. Jeżeli instalacja była eksploatowana 15 lat, to

zaleca się zbadać szczelność instalacji wraz z urządzeniami gazowymi, czyli wykonać eksploatacyjną uproszczoną próbę szczelności. Sprawdzenie szczelności wykonuje się odcinkami lub też całościowo począwszy od kurka głównego.

Uproszczona próba szczelności wg instrukcji Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego z dnia 24 lipca 1995 r.

Eksploatacyjną próbą szczelności jest metoda pomiaru ilości wypływającego gazu na zewnątrz instalacji, przy ciśnieniu roboczym. Wpływ:

- mniejszy od $1 \text{ dm}^3/\text{h}$ – instalację uznaje się za szczelną, większy od $1 \text{ dm}^3/\text{h}$ i mniejszy od $5 \text{ dm}^3/\text{h}$ – wskazana jest naprawa instalacji w okresie nie dłuższym niż 4 tygodnie od dnia kontroli, większy od $5 \text{ dm}^3/\text{h}$ – instalację należy bezzwłocznie wyłączyć z użytkowania.

Trzeba zaznaczyć, że ta instrukcja ma jedynie charakter informacyjny i nie jest przepisem prawa. W chwili obecnej nie ma żadnych przepisów jak i czym wykonywać próbę szczelności na czynnej instalacji gazowej.

Tabela 3. Schemat decyzyjny prowadzenia instalacji gazowych wewnątrz budynku			
Elementy instalacji	Rozwiązania		
	podstawowe	dopuszczalne	niedopuszczalne
Kurek główny (usytuowanie)	W szafce metalowej wentylowanej z drzwiczkami umieszczonymi na ścianie zewnętrznej na wys. min. 0,5 m nad poziomem terenu i co najmniej 0,5 m od okien i drzwi	Szafka wolnostojąca, wentylowana, z blachy stalowej, umieszczona na wys. min. 0,5 m nad poziomem terenu i w odległości do 5 m od budynku	W piwnicy i innych pomieszczeniach wewnątrz budynku oraz w studzienkach przed budynkiem
Przewody poziome (usytuowanie)	W pomieszczeniach niemieszkalnych, łatwo dostępnych, suchych. Prowadzenie na powierzchni ścian w odległości co najmniej 10 cm od innych przewodów instalacyjnych, a na skrzyżowaniach z nimi w odległości 2 cm. Mocowanie uchwytami metalowymi w odstępach nie większych niż 3 m	Pomieszczenia mieszkalne, pralnie i kotłownie, pojedynczy garaż w budynku, pod warunkiem wykonania z rur stalowych bez szwu, łączonych przez spawanie. W brzdach wypełnionych po próbie szczelności chudą zaprawą cementową (tylko rury stalowe)	W szybach wind, zsyphów śmieci, kanałach kominowych, wentylacyjnych, pod podłogami, nad stropami ostatnich kondygnacji użytkowych. W przypadku gazów cięższych od powietrza w pomieszczeniach poniżej poziomu terenu
Piony instalacyjne (prowadzenie)	Klatki schodowe, korytarze, przedpokoje w odległości co najmniej 0,6 m od urządzeń elektrycznych lub zastosowanie niepalnej osłony	Kuchnie niemieszkalne, łazienki, szyby instalacyjne wentylowane tylko dla gazów lżejszych od powietrza)	Jak wyżej Przewodów gazowych nie wolno używać jako uziorów, przewodów bezpieczeństwa czy elementów instalacji odgromowej
Kurki odcinające	Pozycja pozioma co najmniej 70 cm od podłogi	Pozycja pionowa osi kurka, równoległych do przyległej ściany, w pionach budynków wysokich co najmniej 1 kurek na 5 kondygnacji	W miejscach zakrytych, niedostępnych dla kontroli szczelności
Przejście przewodów przez przegrody	Przewody konstrukcyjne (ściany, stropy) w rurach ochronnych uszczelnianych szczeliwem, w stropach rury ochronne powinny wystawać po 10 mm z obu stron.	Przy przejściu przez ścianki działowe i przewody w otworach luźnych wypełnionych szczeliwem	Przechodzenie przez przegrody konstrukcyjne bez rur ochronnych lub nieuszczelnienie ich

Tabela 4. Schemat decyzyjny instalowania gazomierzy i urządzeń gazowych

Rozwiązania		
podstawowe	dopuszczalne	niedopuszczalne
Gazomierze Oddzielnie dla każdego odbiorcy. Na zewnątrz budynku w metalowych wentylowanych szafkach razem z kurkiem głównym. Na kłatkach schodowych wentylowanych w zamkniętych szafkach najwyżej 2 zespoły po 3 gazomierze w odległości co najmniej 0,5 m od drzwi. W przedpokojach w oddzielnej wnęce. Wysokość zainstalowania od 0,3 do 1,8 m.	W kuchniach niemieszkalnych (jeżeli są dostępne od strony przedpokoju) w odległości większej niż 1 m w rzucie poziomym od urządzeń gazowych i źródeł ciepła i 3 m licząc w rozwinięciu długość przewodów. W szybach instalacyjnych wyposażonych w szafki gazomierzowe wentylowane	W pomieszczeniach mieszkalnych. W pomieszczeniach wilgotnych (garaże, pralnie, łazienki) lub narażonych na korozyjne działanie związków chemicznych. We wspólnych wnękach z licznikami elektrycznymi. W pobliżu źródeł ciepła w odległości mniejszej od 1 m w rzucie poziomym. W pomieszczeniach z możliwością uszkodzeń mechanicznych
Urządzenia gazowe (ogółem) W pomieszczeniach wysokości co najmniej 2,2 m, gdzie jest zapewniona ciągła wymiana powietrza i odprowadzenie spalin. Podłączenie urządzenia zaopatrzone w kurek kulowy i dwuzłączkę. Wyposażone w zabezpieczenia zgodne z PN	Dopuszczalne obciążenie cieplne w pomieszczeniach nie przeznaczonych na stały pobyt ludzi oraz w pomieszczeniach kuchennych w mieszkaniach, przeliczone na 1 m ³ kubatury wynosi: z odprowadzaniem spalin 4650 W, bez odprowadzenia spalin 930 W	W pomieszczeniach nie spełniających wymagań dotyczących kubatury, wysokości, wentylacji oraz odprowadzenia spalin
Kuchnie gazowe Połączenie z instalacją za pomocą stałego przewodu i dwuzłączki lub atestowanego przewodu elastycznego. Usytuowanie przy ścianie w odległości 5 cm. Odległość boku kuchni gazowej w rzucie poziomym od okna co najmniej 0,5 m	Ustawienie kuchni szafkowej bez okapu wentylacyjnego w pomieszczeniu posiadającym kanał wentylacyjny lub w budynku parterowym bez w/w kanału po wykonaniu w stropie przewodu wyprowadzonego ponad dach.	W pomieszczeniach kuchennych z miejscami do spania, a także nie posiadających wentylacji wymaganej wysokości czy kubatury
Grzejniki łazienkowe W łazience o kubaturze co najmniej 8 m ³ , posiadającej kanał wentylacyjny i spalinowy oraz otwór nawiewny o pow. 220 cm ² . Długość pionowego przewodu spalinowego co najmniej 22 cm. Długość przewodu spalinowego poziomego najwyżej 2 m	Poza łazienką np. w kuchniach niemieszkalnych, spełniających wymagania w zakresie kubatury wentylacji i odprowadzenia spalin	W kuchniach z miejscami do spania, oraz nie posiadających kanałów spalinowych, wentylacyjnych, wymaganej wysokości czy kubatury, stosowanie do zainstalowanych urządzeń gazowych

7. UKŁADY SIECI GAZOWYCH

7.1. Podstawowe definicje

7.1.1. Sieć gazowa – sieć połączonych gazociągów służących do przesyłania i rozprowadzania paliw gazowych.

7.1.2. Gazociąg – rurociąg wraz z przyłączami i wyposażeniem ułożony na zewnątrz obiektów wydobywających, wytwarzających, magazynujących lub użytkujących paliwa gazowe służącego przesyłania i rozprowadzania paliw gazowych.

7.1.3 Przyłącze – odcinek gazociągu zasilającego do kurka głównego włącznie.

7.1.4. Kurek główny – urządzenie do zamykania i otwierania przepływu paliwa gazowego z przyłącza do instalacji gazowej.

7.1.5. Stacja gazowa – zespół urządzeń do redukcji, regulacji, pomiarów i rozdziału paliwa gazowego.

7.1.6. Stacja redukcyjna – stacja gazowa, w skład której wchodzi zespół urządzeń do obniżania i utrzymania ciśnienie paliwa gazowego na określonym poziomie dla strumienia objętości większego niż $60 \text{ m}^3/\text{h}$, gdy ciśnienie wejściowe nie przekracza $0,4 \text{ MPa}$ i dla dowolnego strumienia objętości, gdy ciśnienie wejściowe jest większe niż $0,4 \text{ MPa}$.

7.1.7. Punk redukcyjny – reduktory wraz z wyposażeniem, służące do obniżenia i utrzymania ciśnienia paliwa gazowego na określonym poziomie dla strumienia objętości równego $60 \text{ m}^3/\text{h}$ lub mniejszego i ciśnienia wejściowego od 5 kPa do $0,4 \text{ MPa}$ włącznie.

7.2. Podział sieci gazowych

7.2.1. Ze względu na pełnione funkcje:

- magistralne, zasilające, rozdzielcze, przyłącza.

7.2.2. Ze względu na ciśnienie robocze:

- niskiego ciśnienia do 10 kPa włącznie,

- średniego ciśnienia powyżej 10 kPa do $0,5 \text{ MPa}$ włącznie,

- podwyższonego średniego ciśnienia powyżej $0,5 \text{ MPa}$ do $1,6 \text{ MPa}$ włącznie,

- wysokiego ciśnienia powyżej $1,6 \text{ MPa}$ do 10 MPa włącznie.

7.2.3. Ze względu na strukturę:

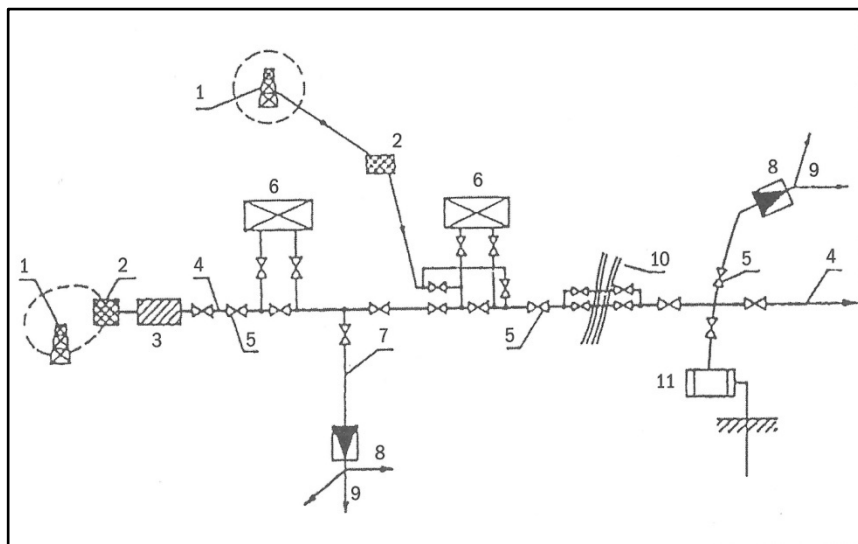
- rozgałęzione, pierścieniowe, mieszane.

7.2.4. Ze względu na ilość stopni ciśnienia:

-jednostopniowe, dwustopniowe, trzystopniowe, czterostopniowe.

7.3. Gazociągi

Gazociągi magistralne (przesyłowe) służą do przesyłania gazu z rejonu jego pozyskiwania do rejonu odbioru. Typowy schemat gazociągu magistralnego pokazano na rys. 28.



Rys. 28. Schemat gazociągu magistralnego gazu ziemnego.

1 – ujęcie gazu, 2 – punkty zbiorcze, 3 – główna stacja zbiorcza, 4 – przewód magistralny, 5 – układy zaporowe, 6 – tłoczenie gazu, 7 – odgałęzienie magistrali, 8 – gazowe stacje redukcyjne, 9 – sieci rozdzielcze, 10 – przekroczenie rzeki, 11 – zbiornik podziemny z tłocznia.

Nowoczesne gazownictwo opiera się na scentralizowanych systemach gazociągów magistralnych obejmujących swoim zasięgiem cały kraj.

Gazociągi zasilające są to przewody dostarczające gaz do poszczególnych części rejonowego lub miejskiego systemu gazyfikacji.

Gazociągi zasilające wysokiego ciśnienia pracują pod ciśnieniem nominalnym od 1,6 MPa do 10 MPa. Sieć budowana jest w układzie rozgałęzionym pierścieniowym lub mieszanym.

W układach sieciowych gazu ziemnego gazociągi zasilające mogą pracować zarówno pod średnim, jak wysokim ciśnieniem.

Gazociągi rozdzielcze są to przewody niskiego lub średniego ciśnienia dostarczające gaz najbliższej położonym odbiorcom, bezpośrednio lub za pośrednictwem reduktorów.

Przylącze gazowe jest to odcinek przewodu zawarty między trójnikiem odgałęźnym gazociągu rozdzielczego a kurkiem głównym instalacji gazowej.

Sieć rozgałęziona charakteryzuje się tym, że gaz dopływa do poszczególnych punktów tylko z jednej strony. Do odcięcia dopływu gazu wystarczy jeden element odcinający.

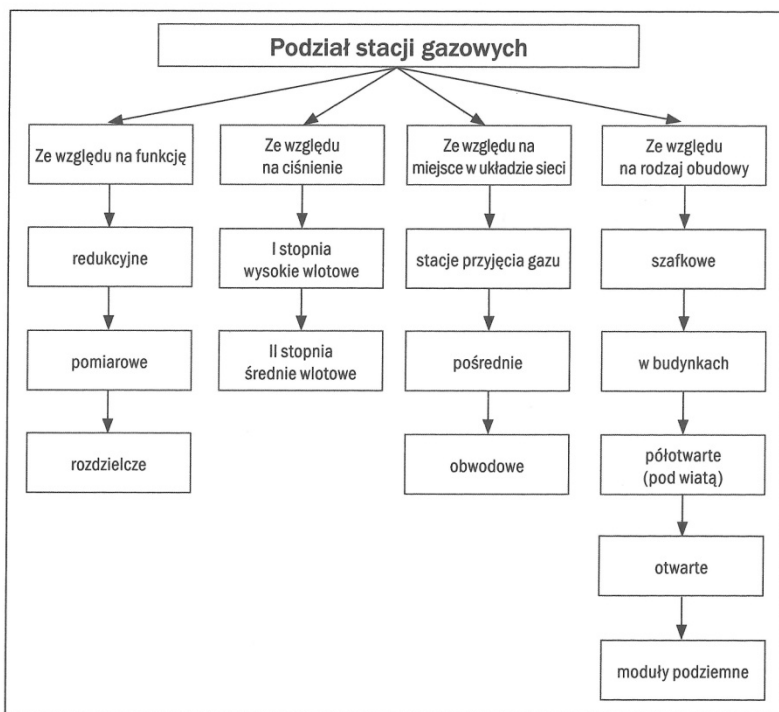
Sieć pierścieniowa charakteryzuje się tym, że gaz dopływa do każdego punktu dwóch stron. Odcięcie dopływu gazu wymaga dwóch elementów odcinających.

Sieć mieszana składa się z elementów pierścieniowych i rozgałęzionych. Te trzy rodzaje sieci mogą występować w układach niskiego, średniego i wysokiego ciśnienia.

7.4. Strefy ochronne (kontrolowane) dla gazociągów o maksymalnym ciśnieniu roboczym (MOP).

- 1) do 0,5 MPa włącznie – 1,0 m,
- 2) powyżej 0,5 MPa do 1,6 MPa włącznie – 2,0 m,
- 3) powyżej 1,6 MPa
 - do DN 150 włącznie – 4,0 m
 - powyżej DN 150 do DN 300 włącznie – 6,0 m
 - powyżej DN 300 do DN 500 włącznie – 12,0 m.

7.5 Stacje gazowe



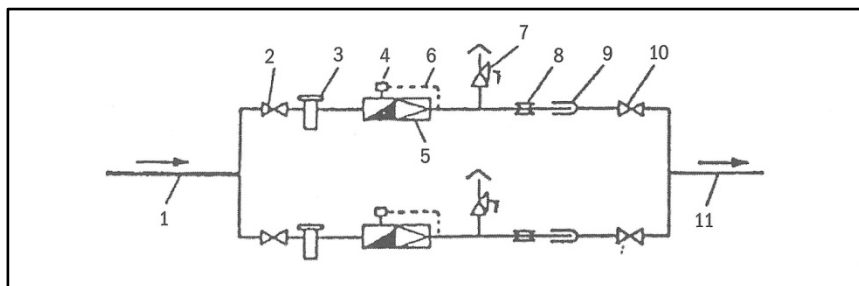
Stacje gazowe spełniają jedną lub kilka funkcji. Dzieli się je na:

- stacje redukcyjne – redukcja wysokiego, zmiennego ciśnienia gazu na niższe o stałym poziomie, wg wymagań odbiorców gazu
- stacje rozdzielcze – rozdzielające gaz w wielu kierunkach przesyłu z regulacją jego przepływu,
- stacje pomiarowe – pomiar ilości przepływającego gazu i jego ciśnienia, temperatury, wartości opałowej, zawilgocenia, zanieczyszczenia itp.
- stacje redukcyjno-pomiarowe – redukcja wysokiego ciśnienia gazu i pomiary parametrów gazu.

Stacje mogą być również wyposażone w specjalne instalacje do nawadniania gazów bezwonných.

W zależności od funkcji technologicznych, jakie spełniają stacje gazowe, są one wyposażone w odpowiedni zestaw urządzeń

i armatury. Typowy układ ciągu redukcyjno-pomiarowego pokazano na rys. 30.



Rys. 30. Schemat stacji redukcyjno-pomiarowej o niskim ciśnieniu wylotowym.

1 – rurociąg zasilający średniego ciśnienia, 2 – zasuwę odcinającą średniego ciśnienia, 3 – filtr przeciwpływu, 4 – zawór szybkozamykający, 5 – zawór redukcyjny, 6 – rurka impulsowa, 7 – zawór bezpieczeństwa z odprowadzeniem gazu nad dach budynku stacji, 8 – urządzenie pomiarowe ilości gazu, 9 – kompensator, 10 – zasuwę odcinającą niskiego ciśnienia, 11 – rurociągi niskiego ciśnienia.

Każdy ciąg redukcyjny (w jednej stacji może być parę, najczęściej 2-3), wyposażony jest w armaturę zaporową (odcinającą), filtr do zatrzymywania wszelkich zanieczyszczeń, jakie ze sobą niesie gaz (tlenki żelaza i innych metali, krzemionka, związki siarki, związki organiczne, wilgoć i inne), zawór szybkozamykający bezpieczeństwa, który w przypadku złego działania zaworu redukcyjnego i nadmiernego wzrostu lub spadku ciśnienia zredukowanego odcina przepływ gazu. Ciąg redukcyjny wyposażony jest w zawór redukcyjny, zawór bezpieczeństwa wydmuchowy, urządzenia pomiarowe ilości przepływającego gazu i jego parametrów oraz w kompensator. Podstawowym urządzeniem w stacji redukcyjnej gazu jest reduktor ciśnienia.

Do pomiaru ilości gazu stosuje się zwężki pomiarowe lub gazomierze. Pomiar ilości przepływającego gazu za pomocą zwężki jest bardzo wygodny, gdyż w każdym czasie podaje aktualne natężenie przepływu gazu. Rejestracja przepływu przez przepływomierz jest podstawą do obliczenia ilości gazu, jaka przepłynęła w określonym czasie. Gazomierze mierzą ilość gazu sposób sumujący, czyli dla określenia ilości gazu, który przepłynął w danym czasie, należy odnotować stan licznika na początku pomiaru i na końcu, następnie obliczyć różnicę.

Gazomierze mogą współpracować z przelicznikami (mikrokomputery), które umożliwiają ciągłą rejestrację wielkości związanych z poborem gazu oraz przeliczanie ilości gazu z warunków pomiaru na warunki rozliczeniowe (ciśnienie 101,325 kPa i temperatura 273,15K).

Każda stacja redukcyjna musi posiadać odpowiednie zabezpieczenie, jak np. szybkie zamknięcie przepływu gazu, gdy zawór redukcyjny działa wadliwie, ciśnienie zredukowane gazu rośnie ponad dopuszczalne. Zawór szybkozamykający jest umieszczony przed zaworem redukcyjnym. Do niego doprowadzona jest rura impulsowa z gazem za reduktora, czyli z ciśnieniem zredukowanym. W przypadku wzrostu ciśnienia lub dużego spadku ciśnienia gazu za reduktorem (np. pęknięcie rurociągu i duży wypływ gazu) rurka impulsowa podaje wyższe lub niższe ciśnienie gazu na układ membranowy. Ruch membrany powoduje zwolnienie dźwigni i przy pomocy sprężyny zawór zostaje szybko zamknięty. Ponowne uruchomienie stacji może być dokonane przez personel obsługi.

Drugim rodzajem zabezpieczenia stacji przed wzrostem ciśnienia gazu za reduktorem jest instalowanie wyrzutowych zaworów bezpieczeństwa. Zawory te są wykonane jako ciężarkowe i sprężynowe. Najczęściej jednak stosuje się wyrzutniki płynowe z płynowskazem. Wzrost ciśnienia powoduje otwarcie zaworu bezpieczeństwa i wypływ gazu do atmosfery.

Stacje buduje się w budynkach lub pod wiatami, jako półotwarte, albo w obudowie szafkowej. Te ostatnie są bardziej bogato wyposażone w dodatkowe urządzenia sterownicze i sygnalizacyjne.

Gazy naturalne (ziemne) są prawie bezwonne. W przypadku więc powstania nieszczelności i wypływu gazu z instalacji do otoczenia jest to trudne do wykrycia. Dlatego gaz w stacjach poddawany jest procesowi nawaniania. Ulatniający się gaz wtedy łatwo wyczuwalny.

7.6. Roboty i prace gazoniebezpieczne

7.6.1. Roboty gazoniebezpieczne – roboty znajdujące się w rozporządzeniu Ministra Gospodarki

- roboty w pomieszczeniach, w których występuje zagrożenie przekroczenia NDS czynnika szkodliwego dla zdrowia ludzkiego lub przekroczenia dolnej granicy wybuchowości,
- roboty spawalnicze na czynnych zbiornikach gazu,
- roboty w nawaleniach i magazynach środka nawaniającego gazu,
- roboty w czynnych gazociągach i instalacjach gazowych,
- roboty w opróżnionych zbiornikach gazu.

7.6.2. Prace gazoniebezpieczne – wszystkie prace na czynnych urządzeniach gazowych, sieciach i instalacjach gazowych, przy których wydzielają się lub mogą się wydzielać takie ilości gazu, że powodują lub mogą one powodować zatrucie, wybuch lub pożar. Prace gazoniebezpieczne dzielimy na planowane i awaryjne. Prace planowane dzielimy na typowe (powtarzalne), nietypowe i eksploatacyjne.

7.6.3. Prace niebezpieczne – pracami niebezpiecznymi nazywamy wszystkie prace wykonywane w warunkach szczególnego zagrożenia dla zdrowia i życia ludzkiego, te które nie zostały zakwalifikowane do robót gazoniebezpiecznych.

7.6.4. Wykonywanie robót gazoniebezpiecznych i niebezpiecznych.

Wszystkie prace gazoniebezpieczne muszą być prowadzone przy bezwzględnym przestrzeganiu ustalonych warunków technicznych oraz obowiązującej procedury formalnej przed przystąpieniem do wykonywania prac, podczas ich trwania i po ich zakończeniu. Należy je prowadzić przy zapewnieniu bezpieczeństwa osób zatrudnionych przy ich wykonywaniu, bezpieczeństwa otoczenia oraz zachowania wymagań ochrony środowiska.

Podstawą przystąpienia do planowanych prac gazoniebezpiecznych jest wystawienia pisemnego polecenia na roboty gazoniebezpieczne. Do pisemnego polecenia należy dołączyć:

- instrukcję zabezpieczeń,
- instrukcję technologiczną wykonywania robót,
- plan lub szkic sytuacyjny miejsca pracy.

W przypadku prac typowych (powtarzalnych) instrukcję technologiczną wykonywania robót podajemy przez wskazanie w poleceniu wykonywania robót gazoniebezpiecznych numeru instrukcji zawartej w „zbiorze instrukcji w zakresie wykonywania i organizacji prac gazoniebezpiecznych i niebezpiecznych”.

Prace niebezpieczne powinny być prowadzone na podstawie pisemnego polecenia kierownika zakładu lub osoby upoważnionej, pod nadzorem pracownika posiadającego odpowiednie kwalifikacje i uprawnienia zawodowe.

Pisemnego polecenia nie wymagają roboty związane z ratowaniem ludzkiego życia i zdrowia ludzkiego oraz mienia.

7.6.5. Kwalifikacje osób wyznaczonych do wykonywania prac gazoniebezpiecznych.

Osoby wykonujące bezpośrednio prace gazoniebezpieczne powinny:

- posiadać odpowiednie wykształcenie kierunkowe (np. monter gazociągów),
- posiadać świadectwo kwalifikacyjne uprawniające do wykonywania prac eksploatacyjnych,

Osoby kierujące czynnościami osób wykonujących bezpośrednie prace (dozór) powinny posiadać:

- odpowiednie wykształcenie kierunkowe uprawniające do kierowania tymi pracami,
- świadectwo kwalifikacyjne (uprawnienia) do kierowania czynnościami osób wykonujących prace w zakresie obsługi, konserwacji napraw i montażu oraz sprawowania nadzoru nad eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci.

7.6.7. Prace gazoniebezpieczne wykonywane bez dozoru.

Prace eksploatacyjne, wykonywane w oparciu o zatwierdzoną szczegółową instrukcję stanowiskową przez pracowników, którzy posiadają aktualne świadectwo kwalifikacyjne w zakresie eksploatacji danych urządzeń.

8. OLEJ OPAŁOWY

8.1. Własności oleju opałowego.

Oleje opałowe są to paliwa ciekłe, powstałe w wyniku rafinacji ropy naftowej i dzielą się na lekkie(L) i ciężkie (C).

W małych źródłach ciepła stosowany jest **olej opałowy lekki**, zawierający destylaty atmosferyczne oraz lekkie frakcje próżniowe otrzymywane podczas destylacji ropy naftowej. W zależności od frakcji destylującej do temperatury 350°C, olej opałowy lekki dzieli się na dwa gatunki oznaczone jako L-1 i L-2.

W zależności od lepkości kinetycznej, **olej opałowy ciężki** podzielono na trzy gatunki: C-1, C-2 i C-3.

Magazynowanie oleju opałowego odbywa się w beczkiennych zbiornikach. Zbiorniki mogą być instalowane w wydzielonych magazynach oleju, znajdujących się w budynkach, jak również w zbiornikach zewnętrznych.

Najważniejszymi parametrami charakteryzującymi oleje opałowe są (tab.5).

Tabela 5. Wybrane parametry oleju opałowego lekkiego (według [N27])			
Właściwości	Jednostki miary	Wymagania	
		L-1	L-2
Gęstość w temperaturze 15°C, maksymalna	kg/m ³	860	890
Wartość opałowa, minimalna	kJ/kg	42 600	41 500
Temperatura zapłonu, minimalna	°C	56	
Lepkość kinematyczna w temp. 20°C, maksymalna	mm ² /s	6,0	8,0
Temperatura płynięcia, maksymalna	°C	-20	
Zawartość siarki, maksymalna	% (m/m)	0,2	0,3
Zawartość wody, maksymalna	mg/kg	200	500
Zawartość zanieczyszczeń stałych, maksymalna	mg/kg	24	
Pozostałość po spopieleniu, maksymalna	% (m/m)	0,01	

- 1) **gęstość** – na podstawie której można w sposób przybliżony określić zawartość głównych składników oleju opałowego (węgla i wodoru) oraz jego wartość opałową;
- 2) **kaloryczność** – wartość opałowa i ciepło spalania;
- 3) **temperatura zapłonu** – najniższa temperatura, przy której pary olejów gromadzące się nad ich powierzchnią zapalają się przy zetknięciu z płomieniem, ale palenie nie utrzymuje się i płomień gaśnie;

- 4) **lepkość** – decyduje o możliwości przetłaczania, transportu i rozpylania paliwa w określonych typach palników.
- 5) **temperatura płynięcia (krzepnięcia)** – poniżej której olej przestaje być płynny;
- 6) **zawartość siarki** – która jest organicznie związana paliwem i w procesie spalania tworzy dwutlenek siarki, emitowany następnie do atmosfery jako zanieczyszczenie powietrza;
- 7) **zawartość wody** – która może pojawić się w paliwie podczas transportu i składowania, a która niekorzystnie wpływa na pracę palników i instalacji olejowych;
- 8) **zawartość zanieczyszczeń stałych** – mogących być przyczyną zakłóceń w pracy palników i instalacji olejowych;
- 9) **pozostałości po spopieleniu (zawartość popiołu)** – będąca wynikiem tego, iż olej opałowy zawiera pewne niepalne pierwiastki, których nie można oddzielić od paliwa w sposób mechaniczny.

Oleje opałowe lekkie barwi się na kolor czerwony oraz znakuje chemicznie (bezbardwy związek służący do identyfikacji produktu), co się wiąże z niższą ceną oleju opałowego w porównaniu z ceną oleju napędowego, wynikającą z wysokości stawek akcyzowych. Ma to zapobiec stosowaniu oleju opałowego do napędu silników spalinowych.

8.2 Palniki

Palniki olejowe są palnikami wentylatorowymi (nadmuchowymi), w których wentylator doprowadzający powietrze potrzebne do spalania jest integralną częścią palnika. Najczęściej stosuje się następujące rodzaje palników:

- z rozpyleniem za pomocą dysz;
- z rozpyleniem i jednocześnie odparowaniem oleju.

Pierwsze z wymienionych – to tradycyjne palniki palące się żółtym płomieniem. Olej wypływa z dyszy w postaci wirującego stożka. Mieszaniny rozpylanego oleju i dostarczanego „powietrza” zapalana jest elektrodą zapalającą, zasilaną z umieszczonego pod obudową palnika transformatora.

Długość płomienia palnika i jego średnica muszą być dopasowane do wymiarów komory paleniskowej. Wykresy, pokazujące wymagane wymiary komory paleniskowej w zależności

od mocy cieplnej palnika powinny być podane przez producenta palnika.

Nowoczesne palniki - to palniki z odparowaniem oleju (następującym po podgrzaniu mgły olejowej w palniku). Jest w nich bardzo dobre wymieszanie odparowanego oleju z powietrzem, w wyniku czego płomień jest przezroczysty, a spalanie praktycznie bez sadzy. Są to niskoemisyjne palniki błękitno płomienne. Także w przypadku palników klasycznych, żółto płomiennych, stosuje się rozwiązania zmniejszające emisję NO_x przez chłodzenie płomienia przy użyciu spalin (podobnie jak w palnikach gazowych tzw. recyrkulacja zewnętrzna i wewnętrzna).

Palniki mają integralni wbudowaną pompę oleju (zębata), zawór elektromagnetyczny otwierający dopływ oleju do palnika i zawór regulujący ciśnienie oleju (upustowy). Ten sam silnik napędza wentylator i pompę i są to tzw. palniki monoblokowe.

Palniki olejowe mogą być jednostopniowe, dwustopniowe lub modulowane. Palniki modulowane są, w przypadku oleju, stosowane rzadko i raczej do dużej mocy cieplnej (kilkaset kilowatów). Są trudności w ich budowie związane z płynnym dopasowaniem ilości powietrza i odpowiedniego ciśnienia rozpylanego oleju. Ogólnie zapewnienie właściwego działania palników olejowych jest trudniejsze w porównaniu z palnikami gazowymi i wynika przede wszystkim z konieczności wymieszania składników o różnym stanie skraplania. Palniki te są także nieco droższe w porównaniu z palnikami gazowymi o tej samej mocy cieplnej.

Palniki są dobierane z tablic lub wykresów opracowanych przez producentów palników. Podstawą doboru są:

- moc cieplna palnika

$$Q_P = \frac{Q_k}{\eta_k} [\text{kW}]$$

gdzie Q_k – nominalna moc cieplna kotła

η_k – sprawność kotła

- lub **wydatek dyszy paliwowej**, m, przy nominalnej mocy cieplnej kotła

$$m = \frac{Q_k}{H_i \eta_k} \cdot 3600 \text{ [kg/h]}$$

gdzie: H_i – wartość opałowa oleju [kJ/kg];

- wymagane nadciśnienie w komorze paleniskowej [mbar]; powinno być ono podane przez producenta kotła i jest najczęściej równe oporom przepływu spalin w kotle.

8.3. Instalacje olejowe

Instalacje olejowe mogą być zasilane przy pomocy pompy palnikowej lub dodatkowo wspomagane pracą agregatów pompowych.

Instalacje zasilane wyłącznie pompami paliwowymi mogą być:

- **jednorurowe,**
- **dwururowe.**

Instalacje zasilane dodatkowo agregatem pompowym mogą być:

- **jednorurowe,**
- **pierścieniowe,**
- **o skróconym obiegu pierścieniowym.**

Instalacje olejowe jednorurowe z agregatami pompowymi o skróconym obiegu pierścieniowym (z wieloma odpowietrznikami i innym oprzyrządowaniem) są rzadko używane i tylko do dużych palników. Koszt agregatu jest znaczny. Instalacje te zostały wprowadzone, aby wyeliminować lub zmniejszyć długość przewodu powrotnego (tłocznego) i ograniczyć możliwość wycieku oleju przy ich uszkodzeniu.

Ogólnie o wyborze rodzaju instalacji decyduje wysokość umieszczenia zbiornika oleju, parametry pracy olejowej pompy palnikowej oraz długość i średnice przewodów olejowych (czyli straty ciśnienia przy przepływie i dopuszczalne podciśnienie w przewodzie

ssawnym). Często producenci palników podają przybliżone, dopuszczalne długości przewodów, o różnych średnicach, jakie mogą być podłączone do danego palnika, przy różnym poziomie usytuowania króćca czerpnego w zbiorniku w stosunku do pompy palnikowej. Pozwala to na łatwe dopasowanie palnika do instalacji olejowej we wstępnej fazie projektu.

Każda instalacja musi mieć **możliwość odprowadzania powietrza** wypełniającego instalację oraz gazów i powietrza dostającego się na skutek podciśnienia do przewodów ssących. Chroni to przed zaburzeniami w pracy palnika. Przewody olejowe prowadzone są, w miarę możliwości, ze spadkiem w kierunku zbiornika.

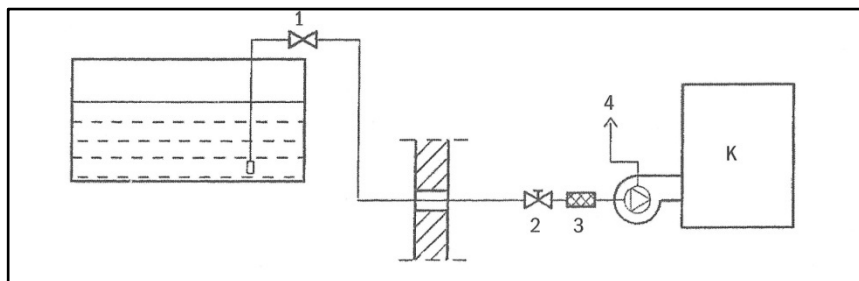
Każdy palnik jest przyłączony do sztywnej instalacji olejowej za pomocą **giętkiego przewodu** o maksymalnej długości 1,5 m. Przed giętkim przewodem, na ssaniu, umieszczany jest filtr. Stosowany materiał na filtry to: spiekana pianka z tworzywa sztucznego, spiekany brąz, filc (filtry te są wymieniane) lub rzadziej – tkanina na sicie niklowym (czyszczona specjalnymi środkami lub wymienialna). Ponadto każdy z palników powinien mieć **możliwość odcięcia zaworem**, usytuowanym wyłącznie na przewodzie ssawnym.

Odcinki instalacji, od zbiornika podziemnego do budynku, prowadzone w gruncie, powinny być w odległości co najmniej 1 m od innych przewodów uzbrojenia podziemnego (np. przewody gazowe, wodne, kanalizacyjne, elektryczne).

Instalacje jednorurowe, zasilane pompami palnikowymi (rys. 31) stosowane są w małych układach wyłącznie z olejem lekkim. Instalacje te powinny mieć małe straty ciśnienia w przewodzie ssawnym, a najkorzystniejsze jest usytuowanie zbiornika zapewniające napływ na pompę palnikową. Instalacje jednorurowe wymagają bardzo starannego wykonania, należy dążyć do ograniczenia załamań przewodów i możliwości powstania korków powietrznych. Jeśli zbiornik jest usytuowany poniżej pompy palnikowej, to przed pierwszym uruchomieniem instalacja musi być napełniona ręcznie.

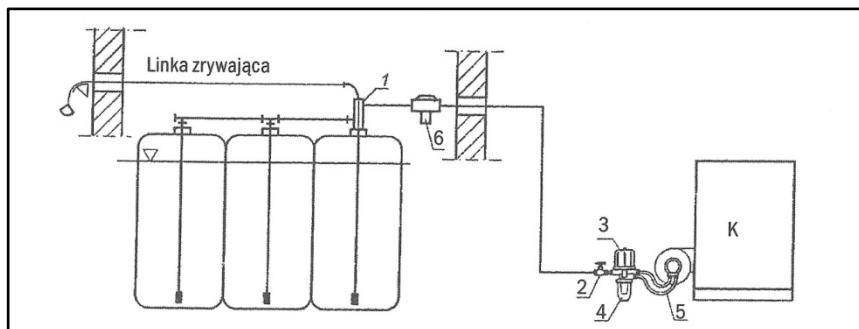
W instalacjach jednorurowych powietrze wypełniające instalację może być odprowadzane przy użyciu specjalnych odpowietrzników umieszczonych w pompie palnikowej. Jest to stosowane rzadko i dotyczy palników jednostopniowych, które mogą być przedstawione

na pracę jednorurową (możliwość małego obiegu oleju wewnątrz palnika).



Rys. 31. Instalacja jednorurowa z odpowietrzeniem przez palnik: 1 – szybkozamykający zawór odcinający, 2 – zawór odcinający, 3 – filtr, 4 – odpowietrznik

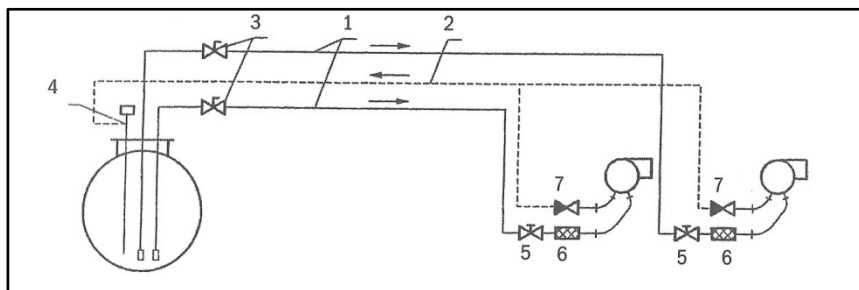
Najczęściej, w przypadku instalacji jednorurowych, przewiduje się powrót oleju z palnika i wykorzystuje do podłączenia odpowietrznika „mały obieg” trzypalnikowy (rys. 32).



Rys. 32. Instalacja jednorurowa z „małym obiegiem” trzypalnikowym: 1 – zespół zasilający, 2 – zawór odcinający, 3 – odpowietrznik, 4 – filtr, 5 – wąż giętki, 6 – zawór antylewarowy

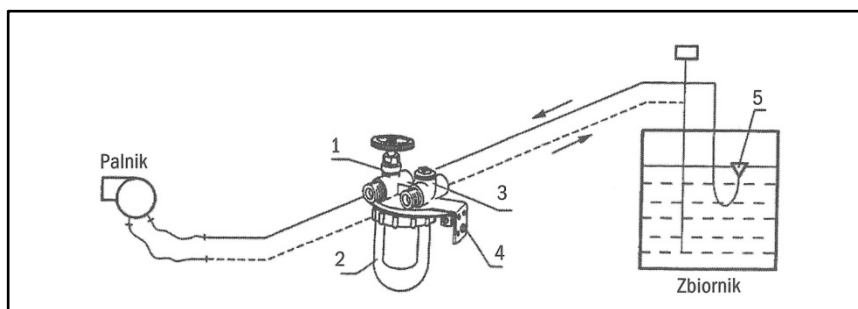
Wykonywane są zespoły armatury, jak na rysunku, obejmujące: **zawór odcinający, filtr, odpowietrznik.** Wydajność takiego zespołu decyduje czasem o zastosowaniu układu jednorurowego. Możliwe jest jednak równoległe podłączenie, np. dwóch zespołów.

Instalacje olejowe dwururowe zasilane pompami palnikowymi powinny być stosowane w większych układach jedno-, dwukotłowych, zapewniając większą pewność działania. Powietrze oraz zassany przez pompę palnikową niespalony olej, są transportowane przewodem powrotnym do zbiornika oleju. Przy podłączeniu kilku palników do wspólnego zbiornika (lub do baterii zbiorników) wskazane jest, aby każdy z palników miał oddzielny przewód zasilający (zapewnia to niezakłóconą pracę pozostałych palników). Przewód powrotny może być wspólny (rys. 33).



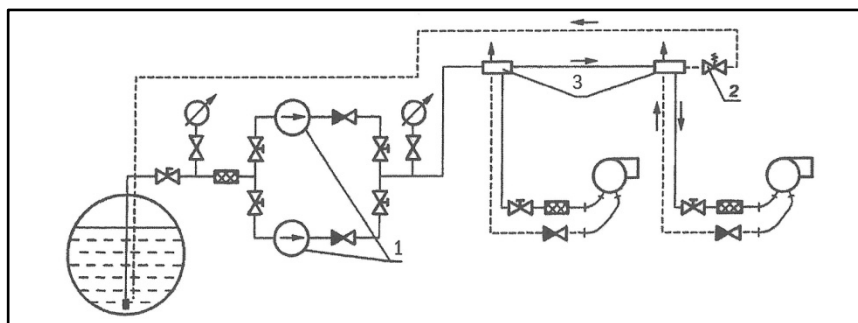
Rys. 33. Instalacja dwururowa: 1 – przewody ssawne, 2 – przewód powrotny, 3 – szybkozamykające zawory odcinające, 4 – wprowadzenie przewodu powrotnego do rury do napełniania zbiornika, 5 – zawór odcinający, 6 – filtr, 7 – zawór zwrotny.

Podstawowym osprzętem instalacji dwururowej jest **zawór odcinający i filtr** (lub ich kombinacja), umieszczone na **przewodzie zasilającym** oraz **zawór zwrotny**, umieszczony na **przewodzie powrotnym** za palnikiem. W mniejszych instalacjach cały ten osprzęt może stanowić jeden zespół (rys. 34).



Rys. 34. Schemat instalacji dwururowej z zespołem armatury przypalnikowej: 1 – zawór odcinający, 2 – filtr, 3 – zawór zwrotny, 4 – zamocowanie zespołu np. z boku do obudowy kotła, 5 – zawór ssawny, np. „pływający”

Instalacje pierścieniowe stosowane są w rozległych instalacjach, z wieloma palnikami, jeśli nie zostaną spełnione warunki ciśnieniowe w przyjętej wcześniej instalacji dwururowej. Używane są one zawsze przy oleju cięższym. W instalacjach tych umieszcza się, dodatkowo, agregaty z olejowymi pompami cyrkulacyjnymi (rys. 35).



Rys. 35. Instalacja olejowa pierścieniowa: 1 – pompy olejowe, 2 – zawór stałego ciśnienia, 3 – separatory gazów i oleju z odpowietrznikami.

Zwykle proponuje się dwie pompy, z których jedna jest rezerwowa (pracującą na zmianę). Może to być stacja pomp, we wspólnej obudowie z niezbędnym osprzętem. **Pompy** powinny być **umieszczone w pobliżu zbiornika**. Nie ma wówczas potrzeby sprawdzania podciśnienia w przewodzie ssawnym pomp cyrkulacyjnych. Usytuowane mogą być (w przypadku zbiornika podziemnego) w zagłębionej w gruncie studzience. Najlepiej jednak,

ze względu na wilgotność i temperaturę, jest umieszczać je w budynku.

W instalacjach pierścieniowych wszystkie palniki powinny mieć zapewnione stałe ciśnienie oleju i w tym celu instalują się, za przyłączem ostatniego palnika, **zawór utrzymujący stałe ciśnienie przed sobą** (jako zawór upustowy). Ciśnienie to nie może być większe niż ciśnienie napływu podane przez producenta pompy palnikowej. Zawory utrzymujące stałe ciśnienie powinny mieć zaplombowaną nastawę. W olejowej instalacji pierścieniowej przy podłączeniu każdego z palników przewidują się „małe obiegi” z **oddzielaczami gazów i powietrza**, które umieszcza się ponad palnikami.

W instalacjach pierścieniowych o skróconym obiegu, olej powracający z palników jest kierowany zza zaworu stałego ciśnienia do agregatu pompowego wyposażonego w odpowietrzniki, tak więc olej nie pobrany przez palnik nie powraca do zbiornika. Przewód powrotny (tłoczny) jest krótszy i istnieje mniejsze prawdopodobieństwo wycieku oleju. Jest to zaletą tego dotychczas rzadko używanego układu.

9. KOTŁOWNIE

9.1. Kotłownie olejowe

W przypadku kotłowni olejowych jedną z najważniejszych rzeczy jest składowanie oleju. Przy projektowaniu takiej kotłowni należy o tym pamiętać. Oprócz tego kotłownie na paliwo olejowe powinny spełniać wymagania budowlane i instalacyjne ogólne wspólne tak jak dla paliwa gazowe dotyczące:

- sytuowania kotłowni centralnego ogrzewania w stosunku do odbiorców ciepła,
- oświetlenia naturalnego i sztucznego,
- wyjść ewakuacyjnych, wymiarów i konstrukcji drzwi,
- odporności ogniowej elementów konstrukcyjnych,
- przejść przewodów i instalacji elektrycznych,
- wyposażenia w instrukcje wodociągowo-kanalizacyjne,

- rozdzielni elektrycznych,
- wentylacji kotłowni,
- podłoga kotłowni powinna być szczelna, niepyląca i nienasiąkalna, najlepiej w formie wanny szczelnej, aby uniemożliwić przedostanie się oleju do otoczenia w razie awarii,
- odwodnienie podłóg kotłowni olejowych powinno być zaopatrzone w zamknięcia i urządzenia zatrzymujące olej (separatory) oraz byćłączone do sieci odwodnień budynku. Instalacja ta powinna być wykonana z materiałów odpornych na olej opałowy.
- kotłownie, w których jest składowany olej lub jest bezpośredni dostęp do magazynu oleju opałowego powinny mieć automatyczny wyłącznik dopływu oleju,
- w pomieszczeniu kotłowni w przypadku wykonania podłogi lub ścian z materiałów palnych, na odległości minimum 0,5 m od krawędzi kotła, muszą one być pokryte trwałym materiałem niepalnym,
- ustawienie w kotłowni kotłów powyżej 60 kW powinno uwzględniać wymagania producenta. Przy braku takich wymagań należy stosować odległości:
 - a) odległość przodu kotła od ściany – 2 m,
 - b) odległość tyłu kotła od ściany – 0,7 m,
 - c) odległość boku kotła od ściany – 1,0 m,
 - d) szerokość głównego przejścia za kotły > 0,5 m.

Do kotłów o mocy do 60kW odległość od przegród powinna zapewniać swobodną konserwację i obsługę. Odległość przodu kotła od ściany powinna wynosić minimum 1 m.

9.1.1. Magazynowanie oleju

Olej opałowy może być magazynowany w zbiornikach zewnętrznych (podziemnych lub naziemnych) lub w budynkach w specjalnych pomieszczeniach magazynowych albo w pomieszczeniu kotłowni (dla małych urządzeń).

Zbiorniki montowane na zewnątrz budynku muszą być zlokalizowane w odległości nie mniejszej niż:

- a) 20 m od budynku o konstrukcji palnej,
- b) 10 m od budynku o konstrukcji niepalnej,
- c) 10 m od wjazdów i wyjazdów z garaży podziemnych,
- d) 15 m od osi trakcji elektrycznej,
- e) 40 m od: lasu o powierzchni 3 ha, gazociągu wysokiego ciśnienia, osi toru kolejowego.

Do przechowywania oleju mogą być stosowane: zbiorniki z tworzyw sztucznych (pojedyncze lub łączone w baterie), stalowe jedno lub dwupłaszczowe.

Aktualnie najpopularniejsze są zbiorniki z tworzyw sztucznych i magazyny oleju w budynku. W budynku stosuje się wyłącznie bezciśnieniowe zbiorniki zaopatrzone w układ napełniania, odpowietrzania i czerpania paliwa, stanowiący fabryczne wyposażenie zbiornika.

9.2. Podział kotłowni gazowych

Ze względu na wielkość mocy cieplnej i zakres wymagań, kotłownie podzielono na:

- Kotłownie lub pomieszczenia o łącznej mocy cieplnej do 30 kW,
- Kotłownie o łącznej mocy cieplnej powyżej 30 kW do 60 kW,
- Kotłownie o łącznej mocy cieplnej powyżej 60 kW do 2000 kW,
- Kotłownie o łącznej mocy cieplnej powyżej 2000 kW.

9.2.1. Lokalizacja kotłowni o mocy cieplnej do 30 kW.

Położenie kotłowni powinno być możliwe centralnie w stosunku do ogrzewanych pomieszczeń.

Kotły na gaz ziemny o mocy cieplnej do 30 kW mogą być umieszczane:

- w pomieszczeniu kotłowni (czyli pomieszczeniu wyłącznie do tego celu przeznaczonym);
- w pomieszczeniu technicznym w budynku (czyli w pomieszczeniu, w którym znajdują się inne urządzenia techniczne do obsługi budynku);

- w pomieszczeniach pomocniczych nie przeznaczonych do stałego przebywania ludzi, zlokalizowanych w obrębie mieszkań lub lokali użytkowych.

Pomieszczenia nie przeznaczone na stały pobyt ludzi to pomieszczenia, w których pobyt osób nie trwa dłużej niż 4 h na dobę i można za takie uznać kuchnie, przedpokoje, garderoby, pomieszczenia sanitarne itp.

W obrębie mieszkań i lokali użytkowych należy instalować kotły typu C, tj. kotły z dopływem powietrza potrzebnego do spalania niezależnym od powietrza w pomieszczeniu.

Kotły typu B (z dopływem powietrza w pomieszczeniu) nie nadają się głównie z powodu występujących najczęściej:

- trudności z zapewnieniem dopływu odpowiedniej ilości powietrza (zbyt szczelne okna);
- nadmiernego wychłodzenia pomieszczeń;
- nawiewu powietrza przez kanały przeznaczone do wentylacji wywiewnej (spowodowanego powstaniem nadmiernego podciśnienia w pomieszczeniach – nadmiernie szczelne okna);
- zakłóceń w procesie spalania spowodowanych nadmiernymi oporami w dopływie powietrza lub też działania wentylatorów umieszczanych w otworach wentylacyjnych w w.c., łazienkach, a także w okapach kuchennych;
- uciążliwości związanych z działaniem czujników wypływu spalin do pomieszczenia przez przerywacz ciągu, co po kilku próbach uruchamiania kotła powoduje w końcowym efekcie blokadę pracy kotła i konieczność wzywania serwisu.

Wykonując natomiast specjalny otwór, w celu dopływu powietrza, w ścianie zewnętrznej, należy przewidzieć konieczność podgrzania powietrza i jeżeli jest to grzejnik wodny, zabezpieczenie go przed zamarzaniem. Rozwiązanie to jest kłopotliwe i należy uznać je za bezzasadne.

Kotły opalane olejem o mocy cieplnej do 30 kW mogą być umieszczane:

- w pomieszczeniach kotłowni,
- zgodnie z przepisami także w pomieszczeniach nie przeznaczonych na stały pobyt ludzi, w tym również w pomieszczeniach pomocniczych w mieszkaniach.

9.2.2. Lokalizacja kotłowni o mocy cieplnej od 30 kW do 2000 kW.

Powinny być umieszczane w pomieszczeniu kotłowni, która może być zlokalizowana:

- na najniższej kondygnacji (np. w piwnicy lub najniższej kondygnacji naziemnej w budynkach niepodpiwniczonych);
- na najwyższej kondygnacji w budynku (z uwagi na transport oleju i niebezpieczeństwo przecieków lepiej jednak umieszczać kotłownię olejową na najniższej kondygnacji).

W kotłowniach o mocy cieplnej od 30 kW do 60 kW zalecana jest co najmniej jedna ściana zewnętrzna, a powyżej 60 kW jest to wymagane zgodnie z PN-B-02431-1:1999. Orzecznictwo.

Ze względów bezpieczeństwa, kotłownie na gaz ziemny w budynkach o wysokości powyżej 4 kondygnacji (licząc łącznie z piwnicą) należy umieszczać na najwyższej kondygnacji. Najlepiej jest jednak umieszczać je w nadbudówce na dachu. Dodatkowe zalecenia związane z projektowaniem kotłowni dachowych podano w rozdziale 9.8.

Kotły opalane gazem płynnym mogą być umieszczane tylko w pomieszczeniach, w których poziom podłogi znajduje się powyżej otaczającego terenu. Najlepiej jeśli jest to w budynku niepodpiwniczonym (przepisy jednak tego nie wymagają). Jednocześnie instalacje gazu płynnego mogą być wykonywane tylko w budynkach niskich.

9.2.3. Lokalizacja kotłowni o mocy cieplnej powyżej 2000Kw

Kotły o łącznej mocy cieplnej powyżej 2000kW powinny być zawsze umieszczane w budynkach wolno stojących (ciepłowniach).

9.3. Wymagania dotyczące pomieszczeń kotłowni

Wymagana minimalna kubatura pomieszczenia jest określona w odniesieniu do kotłów gazowych i olejowych o mocy cieplnej poniżej 60 kW pobierających powietrze potrzebne do spalania z pomieszczenia. Można uwzględnić podaną w przepisach wartość

maksymalnego obciążenia cieplnego pomieszczenia, wynoszącą 4650W/m^3 kubatury pomieszczenia. Jednocześnie kubatura pomieszczenia nie może być mniejsza niż 8 m^3 . Natomiast, w odniesieniu do kotłów z dopływem powietrza niezależnym od powietrza w pomieszczeniu, kubatura tanie może być mniejsza niż $6,5\text{ m}^3$. W przypadku kotłowni o mocy cieplnej powyżej 60 kW, kubaturę kotłowni należy ustalać indywidualnie i wynika ona z zastosowanych rozwiązań układu technologicznego.

Minimalna wysokość pomieszczenia kotłowni, ustalona przepisami, powinna wynosić:

- kotłownie na olej – 2,2 m
- kotłownie gazowe poniżej 60 kW – 2,2 m,
- kotłownie gazowe powyżej 60 kW – 2,5 m.

W istniejących budynkach jednorodzinnych i rekreacji indywidualnej dopuszcza się zainstalowanie kotła (poniżej 30kW) w pomieszczeniu technologicznym o wysokości minimum 1,9 m.

Wykonanie podłogi powinno zapewnić jej niepalność i odporność na uderzenia. Tylko w odniesieniu do małych kotłów (o mocy mniejszej niż 60kW) opalanych gazem dopuszczone jest, w przypadku podłogi pod kotłem lub ściany za kotłem wiszącym, wykonanych z materiałów palnych, pokrycie ich materiałem niepalnym w odległości minimum 0,5 m od krawędzi kotła.

Podłoga powinna być wykonana w sposób umożliwiający zachowanie czystości w pomieszczeniu kotłowni (szczególnie wrażliwe na zanieczyszczenia są palniki wentylatorowe oraz o spalaniu powierzchniowym wspomagane pracą wentylatora). Powinna ona mieć spadek w kierunku wpustów podłogowych lub/i studzienki schładzającej.

W większych kotłowniach, powyżej 60 kW, wymagane jest zastosowanie **studzienki schładzającej**, ale dobrze jest ją przewidzieć także w mniejszych kotłowniach. Powinna ona mieć pojemność użytkową równą co najmniej pojemności wodnej kotła (lub największego z kotłów). Zgodnie z przepisami temperatura ścieków przemysłowych odpływających do kanalizacji nie powinna przekraczać 35°C . Kotłownia umieszczona w piwnicy powinna być zabezpieczona przed przenikaniem wód gruntowych. Odnosi się to także do studzienki schładzającej i innych wpustów. Jeżeli kotły umieszczone są nad innymi pomieszczeniami, np. Kotłownie

dachowe, to podłoga i cokół do wysokości 10 cm nad podłogą, muszą być wodoszczelne. W drzwiach powinien być wodoszczelny próg o wysokości 4 cm. Także przejścia przewodów w podłodze i ścianach (do 10 cm nad podłogą) muszą być wodoszczelne. W **kotłowniach olejowych** należy we wpustach podłogowych zastosować **separatory oleju**.

Dobrym rozwiązaniem jest umieszczenie pod palnikiem olejowym i armaturą przy palniku (szczególnie pod filtrami i odpowietrznikami) szczególnych **wanienek ociekowych**.

Fundamenty pod kotły i inne urządzenia chronią je przed ewentualnym zalaniem i omywaniem wodą. Określona wymaganiami minimalna wysokość fundamentu pod kotły wynosi 5 cm. Fundament jednak może być wyższy i wówczas w przypadku niskich kotłów ułatwia on obsługę i dostęp do palnika oraz czyszczenie kanałów spalinowych kotła. Ważne jest również zastosowanie fundamentów pod inne urządzenia stojące na podłodze, np. pod pojemnościowe podgrzewacze c.w.u.

Drzwi w kotłowniach o mocy cieplnej większej niż 30 kW, o szerokości co najmniej 0,9 m, powinny być wykonane z materiału o klasie odporności ogniowej W130 (tj. 30 minut). Ze względów bezpieczeństwa powinny one otwierać się na zewnątrz pod naciskiem (bezkłamkowe).

Schody prowadzące do kotłowni powinny mieć szerokość co najmniej 1 m i być wykonane z materiałów niepalnych. Zejście do kotłowni powinno mieć oświetlenie naturalne. Zalecane jest wejście jedynie z zewnątrz, bo wówczas w wypadku pożaru kotłownia stanowi wydzieloną strefę pożarową bez rozprzestrzeniania się dymu na klatkę schodową i piwnicę w budynku kotłowni o mocy powyżej 60 kW.

Oświetlenie sztuczne kotłowni powinno być wykonane zgodnie z ustalonymi przepisami wymaganiami stopnia ochrony IP. Instalacja elektryczna w kotłowni, szczególnie w większych kotłowniach, powinna mieć dostępny z zewnątrz awaryjny wyłącznik prądu (AWP).

Oświetlenie naturalne zalecane jest w kotłowniach o mocy cieplnej do 60 kW (może być także pośrednie), a wymagane powyżej 60 kW. W kotłowniach o mocy większej niż 60 kW powierzchnia okien nie powinna być mniejsza niż 1/15 powierzchni podłogi. Przynajmniej 50% powierzchni okien powinno mieć możliwość otwierania (zapewnia to szybki przewietrzenie pomieszczenia).

W kotłowniach dachowych dobrym rozwiązaniem jest umieszczenie okien w dachu, ponieważ rozwiązanie takie zmniejsza rozprzestrzenianie się hałasu.

9.4. Wentylacja

Wentylacja pomieszczeń kotłowni opalanej gazem ziemnym, o mocy cieplnej do 2000 kW ma, przewidzianą norma wentylację grawitacyjną. Aby nie powodować zakłóceń w spalaniu paliwa i odprowadzaniu spalin, niedopuszczalne jest jednocześnie stosowanie mechanicznej wentylacji wyciągowej.

Szczególnie wrażliwe na ciśnieniowe warunki powietrzne w pomieszczeniu SA kotły gazowe z palnikami atmosferycznymi oraz inne kotły z układem spalinowym pracującym w podciśnieniu. Dopuszczone jest jednak, zastosowanie mechanicznej wentylacji nawiewowo-wywiewnej zrównoważonej lub nadciśnieniowej. Rozwiązanie to stosuje się wyjątkowo i tylko dla dużych kotłowni, najlepiej umieszczonych w budynkach wolnostojących

W praktyce projektowej można ilość powietrza potrzebnego do spalania i do przerywacza ciągu, w przypadku kotłów gazowych z palnikami atmosferycznymi, określić w przybliżeniu jako $1,6 \text{ m}^3/\text{h}$ na 1 kW mocy cieplnej kotła. Natomiast w przypadku kotłów z zamkniętą komorą spalania, tzn. z palnikami wentylatorowymi, jest ona mniejsza i wynosi $0,75 \text{ m}^3/\text{h}$ na 1 kW mocy cieplnej kotła. Tak więc całkowita ilość powietrza nawiewanego do kotłowni z atmosferycznymi palnikami gazowymi może wynosić $2,1 \text{ m}^3/\text{h}$, a w pozostałych $1,25 \text{ m}^3/\text{h}$. Przyjmując przybliżoną prędkość przepływu powietrza, około 2 m/s, można obliczyć przekrój kanałów.

Jednocześnie, zgodnie z PN-B-02431-1 **powierzchnia kanałów i otworów nawiewnych**, w zależności od mocy cieplnej kotłowni opalanej gazem ziemnym, powinna wynosić:

- do 30 kW – minimum 200 cm^2 ,
- od 30 kW do 60 kW – minimum 300 cm^2 ,
- od 60 kW do 2000 kW – $5 \text{ cm}^2/1 \text{ kW}$ nominalnej mocy cieplnej kotłów, ale nie mniej niż 300 cm^2 .

Natomiast powierzchnia kanałów i otworów wywiewnych powinna wynosić:

- do 60 kW – minimum 200 cm²,
- od 60 kW do 2000 kW – co najmniej 50% przekroju kanałów nawiewnych, jednak nie mniej niż 200 cm².

Przekroje kanałów ustalone zgodnie z PN 89/B-10425 są większe aniżeli uzyskane przy korzystaniu z podanego wcześniej sposobu, a więc są to wartości bezpieczne.

W przypadku kotłowni opalanych gazem płynnym i olejem opałowym nie ma przepisów dotyczących przekroju kanałów wentylacyjnych. Jednak w przypadku kotłowni na gaz płynny można przyjmować podobne wartości jak na gaz ziemny. Natomiast ilość powietrza potrzebnego do spalania oleju opałowego, w odniesieniu do 1 kW mocy cieplnej kotła, jest mniejsza niż przy spalaniu gazu. Przyjęcie powierzchni kanału nawiewnego 4 cm²/1 kW jest już wystarczające, a wywiewnego 50% kanału nawiewnego.

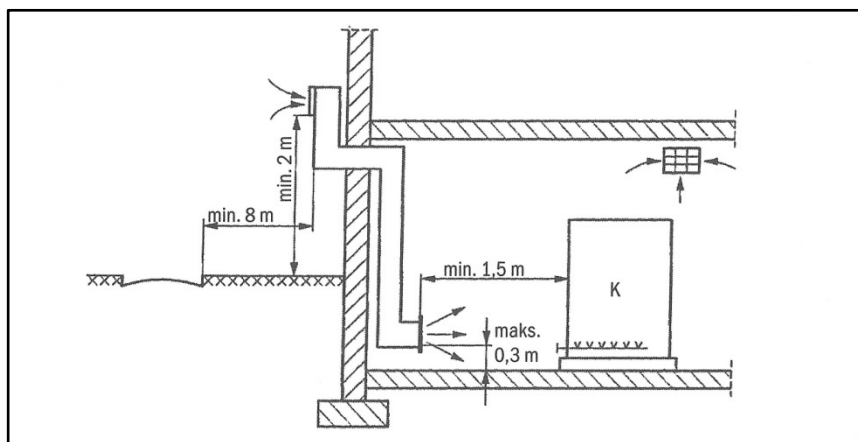
Kanały nawiewne i wywiewne powinny być kanałami indywidualnymi wykonanymi zgodnie z przepisami dotyczącymi instalacji wentylacyjnych oraz zgodnie z wymaganiami przeciwpożarowymi (szczelność, odporność ogniowa itp.)

Wymagane przekroje kanałów nawiewnych i wywiewnych mogą być dosyć dokładnie obliczone, oddzielnie dla każdej kotłowni. Kanałem nawiewnym dostarczane jest powietrze potrzebne do procesu spalania paliwa, wentylacji pomieszczenia (tzn. odprowadzenia ewentualnych zanieczyszczeń), a w przypadku kotłów gazowych z palnikami atmosferycznymi także powietrze potrzebne do przerywacza ciągu. Kanał wywiewny służy tylko do wentylacji pomieszczenia, a więc jego przekrój jest mniejszy. Ilość powietrza niezbędna w procesie spalania zależy od rodzaju paliwa i współczynnika nadmiaru powietrza.

Wymagania co do usytuowania kanału nawiewnego są bardzo ważne. Dolna krawędź otworu nawiewnego w przypadku gazu ziemnego (i oleju opałowego) powinna być umieszczona na wyżej niż 30 cm ponad poziomem podłogi, jak to pokazano na rys. 36. Czerpanie powietrza nawiewanego, w przypadku kotłowni wbudowanej w piwnicy i na parterze, powinno być na wysokości co najmniej 2 m ponad poziomem terenu, w odległości co najmniej 8 m w rzucie poziomym od ulic i miejsc postojowych na więcej niż 20 samochodów. W przypadku kotłowni usytuowanych na dachu, dolna krawędź otworu nawiewnego powinna być co najmniej 0,4 m

ponad powierzchnią dachu i w odległości co najmniej 6 m od wywiewek kanalizacyjnych.

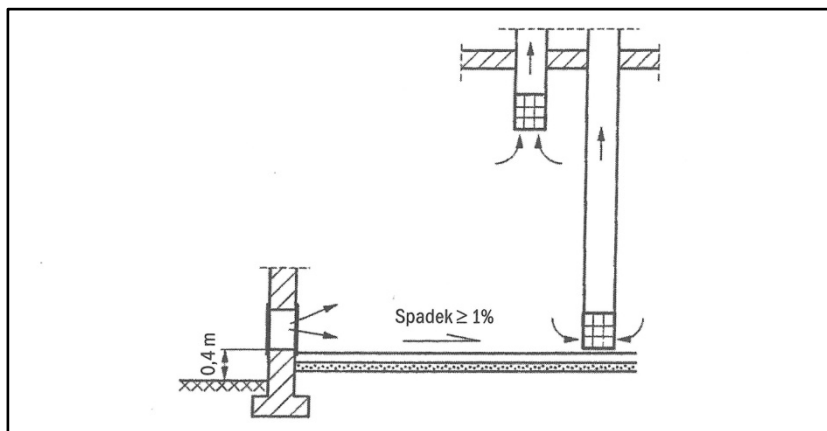
Wylot z otworu nawiewnego nie powinien stwarzać niebezpieczeństwa zamarzania instalacji i urządzeń wodnych. Jednocześnie nie powinien on być skierowany bezpośrednio na palniki kotłów, aby nie powodować zakłóceń w procesie spalania. Z tego powodu zaleca się, aby odległość między wylotem otworu nawiewnego a palnikami była nie mniejsza niż 1,5 m. W przypadku większych kotłowni (np. powyżej 1000kW), ilość powietrza nawiewanego jest tak duża, że może ona w okresach dużych mrozów powodować nadmierne wychłodzenie pomieszczenia kotłowni i należy wówczas przewidzieć jego podgrzewanie. Można także skorzystać z palników, do których powietrze, po podgrzaniu, jest dostarczane bezpośrednio z zewnątrz.



Rys. 36. Przykładowe rozwiązanie wentylacji w kotłowni opalanej gazem ziemnym i olejem.

Otwór kanału wentylacji wywiewnej powinien być nie zamykany i umieszczony w najwyższym miejscu w pomieszczeniu (jest to bardzo ważne przy stosowaniu gazu ziemnego). Kanały wywiewne powinny być umieszczane w ścianach wewnętrznych, a umieszczenie ich w „cieplej” ścianie kominowej dodatkowo zwiększa skuteczność działania wywiewu.

Bardzo trudno jest rozwiązać **problem wentylacji w kotłowniach opalanych gazem płynnym**. Wynika to ze specyfiki rozprzestrzeniania się gazu płynnego w pomieszczeniach, niezgodnej z naturalną cyrkulacją termiczną powietrza. Gaz płynny jako gaz o gęstości większej od gęstości powietrza (czyli o gęstości względnej powyżej 1) będzie zalegał w najniższych punktach przy podłodze. Dlatego teoretycznie za prawidłowe należy uznać **wykonanie dwóch kanałów** wywiewnych, każdy o wymaganym przekroju obliczeniowym – otwór jednego kanału pod sufitem, natomiast drugiego na poziomie podłogi. Kanał z otworem pod podłogą powinien mieć jak najmniejszy współczynnik chropowatości (np. z ceramiki szklwionej lub z wkładem stalowym). Spadek podłogi, przy takim założeniu, powinien być w kierunku tego otworu i w pobliżu powinien się znaleźć detektor gazu. **Otwór nawiewny** natomiast najlepiej jest umieścić na poziomie podłogi. Odprowadzenie gazu płynnego zalegającego w pobliżu dolnego otworu wywiewnego będzie prawidłowe tylko w warunkach prawidłowego ciągu w kanałach wentylacyjnych. Warunki te jednak mogą się zmieniać się w zależności od warunków atmosferycznych (np. wysoka temperatura powietrza zewnętrznego – praca kotłowni w lecie na potrzeby c.w.u., silny wiatr).



Rys. 38. Przykładowe rozwiązanie wentylacji w kotłowni opalanej gazem płynnym.

9.5. Instalacja odprowadzania spalin

Podstawowym zadaniem instalacji jest odprowadzanie spalin z paleniska kotła do atmosfery.

Przewód kominowy w kotłowni powinien być usytuowany w wewnętrznych ścianach budynku i wykonany z materiału odpornego na kondensat pary wodnej i spalin, zgodnie z przepisami prawa budowlanego oraz klasy odporności ogniowej.

Dopuszcza się usytuowanie komina na zewnątrz pod warunkiem dobrego ocieplenia. W przypadku stosowania wentylatora ciągu spalin (podciśnienie w kanale spalinowym), każde zatrzymanie lub awaria wentylatora ciągu może spowodować wyłączenie pracy kotłów i włączenie sygnalizacji alarmowej.

Przekroje przewodów spalinowych i komina oraz jego wysokość należy ustalać w oparciu o obliczenia.

Przekroje przewodów spalinowych do 97 kW mocy cieplnej palnika można dobrać z tablicy – PN-89/B-10425.

Każdy kocioł grzewczy opalany gazem (gazem płynnym) palnikiem nadmuchowym musi mieć indywidualny przewód spalinowy.

Zbiorczy przewód spalinowy może być zastosowany tylko dla kotłów z otwartą komorą spalania z palnikami inżektorowymi i jednym wspólnym przerywaczem ciągu.

9.6. Urządzenia zabezpieczające

Zaleca się, aby kotłownie opalane gazem lżejszym od powietrza, przy zainstalowanej mocy znamionowej kotłów powyżej 60 kW były wyposażone w detektor (czujnik) awaryjnego wypływu gazu (DAWG) powodujący samoczynne zamknięcie dopływu gazu za pośrednictwem zaworu elektromagnetycznego.

Zaleca się, aby w kotłowniach opalanych gazem cięższym od powietrza (gaz płynny) detektory awaryjnego wypływu gazu były instalowane bez względu na zainstalowaną moc cieplną kotłów.

Zawór elektromagnetyczny powinien być umieszczony na zewnątrz kotłowni w skrzynce kurka głównego, za kurkiem głównym.

Detektor (czujnik awaryjnego wypływu gazu) powinien być umieszczony:

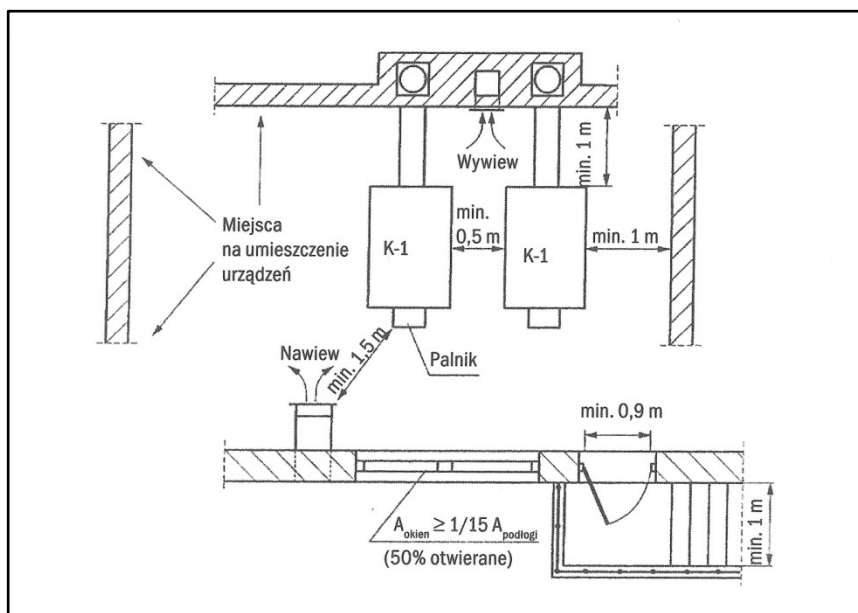
- pod stropem bezpośrednio nad kotłem – przy gazie lżejszym od powietrza,
- nie wyżej niż 15 cm nad podłogą w miejscach prawdopodobnego gromadzenia się gazu (w miejscach zagrożonych wybuchem) – przy gazie cięższym od powietrza (gaz płynny).

Detektor powinien powodować odcięcie dopływu gazu do kotłowni oraz odcięcie energii elektrycznej do pomieszczenia kotłowni już przy stężeniu gazu 0,1 dolnej granicy wybuchowości.

9.7. Usytuowanie urządzeń kotłowni

Planując usytuowanie urządzeń w kotłowni, należy wziąć pod uwagę odległość między urządzeniami zalecane przez producentów oraz minimalne odległości wymagane przepisami. Jednocześnie odległości te nie powinny być nadmierne, bo to one w końcowym efekcie decydują o wielkości pomieszczenia, a więc również o koszcie kotłowni.

Odległości między kotłami nie może być mniejsza niż 0,5 m. Odległość ta może być jednak niewystarczająca, jeśli armatura trzypalnikowa jest umieszczona z boku kotłów. Należy wówczas przyjąć minimum 0,5 m od najbardziej wystającego elementu armatury. Odległość tylnych i bocznych ścian kotła od ścian pomieszczenia powinna być nie mniejsza niż 1 m. Natomiast odległość od palnika do ściany, w której umieszczono otwór nawiewny, nie powinna być mniejsza niż 1,5 m. Należy jednak rozumieć to jako minimalną odległość otworu nawiewnego od palnika, jak to pokazano na szkicu (rys. 38).



Rys.38. Umieszczenie kotłów w kotłowni.

W miarę możliwości należy przód kotłów oświetlić światłem dziennym i wówczas ściana z kanałem lub kanałami wentylacyjnymi będzie z przodu kotłów. Przy kilku kotłach należy usytuować je w jednej linii. Na podanym szkicu przewidziano wejście do kotłowni (o mocy powyżej 60 kW) z zewnątrz.

Prowadzenie przewodów i rozmieszczenie armatury powinno zapewnić jak najkrótsze połączenia urządzeń i zgodność z układem technologicznym. Jednocześnie przewody te nie powinny utrudniać komunikacji i dostępu do urządzeń i ich osprzętu. W większości możliwe jest prowadzenie przewodów wzdłuż ścian.

Zabezpieczenie przed wybuchem w kotłowniach gazowych należy realizować przez zainstalowanie czujników (detektorów) sygnalizujących niedopuszczalny poziom natężenia gazu. Za poziom taki przyjmuje się 10 % dolnej granicy wybuchowości mieszaniny gazu z powietrzem. W kotłowniach na **gaz ziemny** czujniki te powinny być umieszczone w najwyższym miejscu w pomieszczeniu i dotyczy to kotłowni o mocy większej niż 60 kW. Zalecane jest ich połączenie z zaworem odcinającym automatycznie dopływ gazu do

kotłowni. Jednocześnie należy stosować wymagania dotyczące sygnalizacji przekroczenia dopuszczalnego stężenia gazu. W przypadku **gazu płynnego** czujniki takie powinny być umieszczane w każdej kotłowni, bez względu na jej moc cieplną. Usytuowane powinny być w najniższym miejscu w pomieszczeniu. Nie należy jednak umieszczać ich w pobliżu wylotu z nawiewanego otworu wentylacyjnego. Problemy te przedstawiono wcześniej, omawiając wykonanie podłogi, studzienki chłodzącej i instalacji wentylacyjnej.

W skład dodatkowego wyposażenia kotłowni powinny wchodzić narzędzia służące do obsługi kotłów (np. szczotki do czyszczenia kanałów spalinowych kotła). W widocznym miejscu winien być umieszczony schemat instalacji wodnej i instrukcje obsługi kotłowni, a także powinny być przechowywane informacje o dacie i zakresie przeprowadzonych przeglądów serwisowych kotłów i urządzeń oraz o ewentualnych awariach. Na drzwiach kotłowni i innych pomieszczeń towarzyszących (np. składach paliwa) powinna być tabliczka informująca o przeznaczeniu pomieszczenia. W pobliżu drzwi wejściowych (od. Wewnątrz lub na zewnątrz) powinna być umieszczona gaśnica i inny sprzęt gaśniczy.

9.8 Dodatkowe zalecenia do projektowania kotłowni dachowych

Przez pojęcie kotłowni dachowej rozumie się kotłownie zlokalizowane w nadbudówce lub na górnych kondygnacjach budynku. Zaleca się je projektować w przypadku gazu ziemnego w budynkach o wysokości powyżej czterech kondygnacji. Mogą być także stosowane w niższych budynkach, jeśli budynki te są niepodpiwniczone, np. z powodu usytuowania na skalistym podłożu lub na terenach o wysokim poziomie wód gruntowych, terenach depresyjnych i zagrożonych powodzią.

Tabela 6. Porównanie paliw stosowanych w kotłowniach	
Węgiel kamienny	
Zalety	Wady
• Atrakcyjna cena • Paliwo krajowe • Łatwy transport i składowanie (można go przewozić i składować nawet w papierowych workach) • Niskie koszty inwestycyjne • Małe wymagania co do obsługi	• Duża emisja zanieczyszczeń • Zapylenie pomieszczeń kotłowni • Ograniczone możliwości kontroli procesu spalania (paliwo stałe – słabe zmieszanie paliwa z powietrzem) • Ręczna obsługa kotłowni (koszty osobowe) • Konieczność usuwania popiołu i żużla
Olej opałowy	
Zalety	Wady
• Mała emisja zanieczyszczeń • Precyzyjna kontrola procesu spalania • Zautomatyzowana obsługa kotłowni • Łatwy transport	• Wysoka cena (akcyza) • Paliwo strategiczne niedostępne w Polsce (cena zależy od sytuacji geopolitycznej) • Znaczne koszty inwestycyjne • Ryzyko lokalnego zanieczyszczenia środowiska wskutek wycieku • Wysokie wymagania co do szczelności zbiorników magazynowych
Gaz ziemny	
Zalety	Wady
• Bardzo mała emisja zanieczyszczeń • Precyzyjna kontrola procesu spalania • Zautomatyzowana obsługa kotłowni • Łatwy transport (w zasięgu sieci gazowej) • Nie ma konieczności magazynowania u odbiorcy	• Paliwo sprowadzane z zagranicy (ok. 2/3 zapotrzebowania) • Prognozowany wzrost ceny w najbliższych latach • Znaczne koszty inwestycyjne sieci gazowej • Dostępność ograniczona zasięgiem sieci gazowej • Niebezpieczeństwo wybuchu
Gaz płynny	
Zalety	Wady
• Bardzo mała emisja zanieczyszczeń • Precyzyjna kontrola procesu spalania • Zautomatyzowana obsługa kotłowni	• Dostępność uzależniona od dostaw gazu ziemnego i ropy naftowej do rafinerii • Znaczne koszty inwestycyjne • Transport w szczelnych zbiornikach pod ciśnieniem • Konieczność magazynowania w ciśnieniowych zbiornikach w pobliżu kotłowni • Ograniczenia związane z projektowaniem i usytuowaniem pomieszczenia kotłowni

10. ZASADY BHP i PPOŻ

Ważniejsze zagrożenia występujące w eksploatacji instalacji i urządzeń gazowych.

Instalacje wewnętrzne	Urządzenia gazowe
1. Nieszczelne lub uszkodzone złącza spawane i połączenia gwintowane. 2. Uszkodzenia mechaniczne przewodów gazowych. 3. Uszkodzenia przewodów gazowych na skutek korozji. 4. Zamknięcie przepływu gazu przez wykroplenie kondensatów lub korki lodowe. 5. Zatkanie przewodów gazowych przez osady stałe. 6. Nieprawidłowe przedmuchiwanie instalacji i włączanie gazu. 7. Nieszczelne kurki gazowe. 8. Nieprawidłowe prowadzenie remontów instalacji. 9. Nieprawidłowe lub niedbałe połączenie urządzeń gazowych z instalacją. 10. Wady fabryczne gazomierzy: nieszczelny montaż, zacinanie mechanizmu suwakowego. 11. Uszkodzenie gazomierzy na skutek korozji. 12. Nieprawidłowe poszukiwania nieszczelności za pomocą ognia. 13. Świadome działania na szkodę mieszkańców.	1. Nieprawidłowe lub niedbałe posługiwanie się gazem przez odbiorców. 2. Wadliwe działanie wentylacji i brak ciągu w kanałach odprowadzających spaliny. 3. Nieszczelności w złączach i kurkach urządzeń gazowych. 4. Niezgodne z przepisami ustawienie przyborów. 5. Wydzielanie produktów niepełnego spalania przy złe wyregulowanym dopływie powietrza. 6. Urywanie płomienia w palnikach na skutek zbyt dużej ilości powietrza. 7. Zanieczyszczenia otworów płomykowych w palnikach. 8. Pozostawienie czynnego urządzenia bez nadzoru użytkownika. 9. Wahanie ciśnienia gazu na skutek złej pracy gazomierza lub wykroplenia wody w przewodach. 10. Naprawa i regulacja urządzeń przez osoby niekompetentne. 11. Użytkowanie urządzeń niedostosowanych do rodzaju dostarczanego gazu. 12. Nieszczelności giętkich przewodów łączących instalacje z urządzeniem gazowym.

Podczas wykonywania prac montażowych i eksploatacyjnych należy przestrzegać następujących zasad bhp i ppoz.:

1. Praca na czynnych instalacjach gazowych może odbywać się po uprzednim odcięciu dopływu gazu.
2. Kontrolę szczelności urządzeń gazowych powinno się przeprowadzać tylko za pomocą środka pianotwórczego lub wykrywacza gazu (eksplozometru).
3. Przed przystąpieniem do wykonywania prac na przewodach gazowych, w przypadku stwierdzenia np. wykrywaczem metanu lub eksplozometrem obecności gazu, należy miejsca pracy dokładnie przewentylować.
4. Przed rozpoczęciem prac montażowych należy sprawdzić stan narzędzi i właściwe funkcjonowanie urządzeń.
5. Do miedzianych połączeń lutowanych, ze względu na toksyczność, powinno się stosować luty bezkadmowe, szczególnie ostrożność należy zachować przy stosowaniu topników do lutowania (przewietrzenie pomieszczenia, w którym wykonuje się lutowanie), podczas kontaktu z topnikami nie wolno spożywać posiłków i palić papierosów, a po zakończeniu pracy niezwłocznie umyć

Obecnie w krajach europejskich dąży się do tego, aby instalacje gazowe odznaczały się zwiększonym bezpieczeństwem przeciwpożarowym i przeciwwybuchowym. Jako bezpieczne i ogniotrwałe traktuje się takie elementy instalacji, które w razie zewnętrznego oddziaływania ognia nie będą rozszczelniały się przed osiągnięciem temperatura zapłonu paliwa gazowego (dla gazu ziemnego temperatura ta wynosi 650°C).

Podczas użytkowania urządzeń gazowych należy zwrócić szczególną uwagę na sprawną wentylację pomieszczenia i właściwe odprowadzenie spalin.

Zasady udzielania pierwszej pomocy przy zatruciu CO: wynieść poszkodowanego z miejsca narażenia, zapewnić spokój, ułożyć wygodnie, najlepiej w pozycji leżącej lub półleżącej, chronić przed utratą ciepła, jak najszybciej podać tlen. Jeżeli człowiek nie oddycha, należy: ułożyć go w pozycji bocznej, usunąć z jamy ustnej protezy i inne ciała obce i przystąpić do sztucznego oddychania. Następnie przetransportować go do szpitala, podając tlen.

Tlenek węgla (CO, czad) charakteryzuje się około 300-krotnie większym niż ten powinowactwem do hemoglobiny krwi, łączy się z nią (tyle razy szybciej) blokując możliwość przenoszenia tlenu do organizmu przez krew. Powoduje to niedotlenienie mózgu, co może stać się przyczyną śmierci. Tlenek węgla jest bezbarwny, bezwonny oraz nie wywołuje podrażnienia. To czyni go szczególnie niebezpiecznym, gdyż wykrycie tego gazu bez przyrządu pomiarowego jest w zasadzie niemożliwe.

Podstawowe objawy zatrucia tlenkiem węgla (CO)	
Stężenie CO w powietrzu % obj.	Czas wchłaniania i zaobserwowane objawy zatrucia u osoby nie wykonującej żadnych czynności
0,02	Lekki ból głowy po 2-3 godz.
0,04	Czołowy ból głowy po czasie 1-2 godz., przechodzący w rozległy po 2,5-3,5 godz.
0,08	Zawroty głowy, nudności i konwulsje w ciągu 45 min., utrata przytomności po 2 godz.
0,16	Bóle i zawroty głowy, mdłości po ok. 20 min. Śmierć w ciągu 2 godz.
0,32	Bóle i zawroty głowy, mdłości po ok. 5-10 min. Śmierć w ciągu 30 min.
0,64	Bóle i zawroty głowy, mdłości po ok. 1 -2 min. Śmierć w ciągu 10-15 min.
1,28	Śmierć w ciągu 1,19-3 min.

Pierwsza pomoc przy oparzeniach ciepłych

Oparzenia ciepłe: I-go stopnia należy obmywać skórę zimną wodą lub spirytusem czystym rektyfikowanym i położyć okład z płynu Burowa. W przypadku cięższych oparzeń, II-go i III-go stopnia, nie wolno dotykać rękami ani smarować olejami, maściami, wazeliną itp. Miejsca oparzeń pokryć wyjałowionym opatrunkiem. Pęcherzy nie wolno rozcinać ani też usuwać z rany ciał obcych, zdierać części ubrań przylegających do rany, lecz obciąć ją ostrymi nożyczkami wokoło miejsca przylegania, aby nie uszkodzić skóry i stworzyć możliwość zakażenia. Poszkodowanych z ciężkimi oparzeniami ciała szybko skierować do szpitala.

Pierwsza pomoc przy porażeniu prądem elektrycznym

Porażonego szybko usunąć spod działania prądu, wyłączyć energię poprzez wyłączenie i wykręcenie wszystkich bezpieczników. Ratujący powinien być odizolowany od ziemi i mieć nałożone rękawice gumowe, bądź suche rękawice wełniane i stać na izolowanej podłodze (podkładce gumowej, na szkło, suchej płycie drewnianej) i w butach gumowych). Porażonemu należy zastosować sztuczne oddychanie z dala od miejsca porażenia na twardej i suchej podłodze, rozluźnić ubranie pod szyją, trzymać w ciepłym otoczeniu i zabezpieczyć przed utratą ciepła i z dużą ostrożnością podawać amoniak pod nos. Pomoc tę stosuje się przy prądzie o napięciu niskim, tj. 250 V lub niższym. Prąd o napięciu powyżej 250 V wyłącza tylko elektryk i pomocy udzielają osoby odpowiednio przeszkolone. Porażonych szybko należy przewieźć do szpitala.

Opatrywanie ran

Udzielający pierwszej pomocy powinni przede wszystkim dokładnie umyć ręce wodą z mydłem lub spirytusem czystym lub przynajmniej zajadynować swoje palce. Dotykane ran rękami nawet wymytymi jest niedozwolone. Rany nie wolno przemywać wodą, środkami leczniczymi, zasypywać proszkami i smarować maściami, gdyż utrudniają one gojenie i przenoszą brud z powierzchni skóry do rany i mogą wywołać zakażenie. Na ranę nakładamy wyjałowiony materiał z pakietu opatrunkowego i nie należy dotykać go rękami na powierzchni, a tylko chwytać za jego obrzeża, który przykładamy na ranę i owijamy bandażem. Oczyszczenie ran z brudu, ziemi itp. należy do lekarza.

Sposób usuwania obcych ciał z oka

Najlepiej przemyć oko roztworem kwasu borskiego, czysta przegotowaną wodą przy pomocy waty lub gazy. Chorego położyć na bok chorym okiem do góry i kierować na nie strumień wody w kierunku od skroni ku nosowi. Nie wolno trzeć oczu. Usuwanie obcych ciał z oczu dokonuje tylko lekarz okulista.

Tamowanie krwotoków

W przypadku nacięcia, przebicia żył tętniczych kończyn górnych i dolnych (rąk, nóg i stóp) należy kończyny górne zranione podnieść do góry i na ranę przyłożyć wyjałowiony opatrunek i mocno przyciskać w ciągu 4-5 minut nie dotykając rany palcami. Kiedy krwawienie ustaje, należy przyłożyć jeszcze jeden opatrunek lub kawałek waty i ranę mocno owinąć bandażem.

Krwotok z dolnych kończyn wstrzymuje się przyciskając tętnicę biodrową do kości miednicowej, a ze stopy – przyciskać tętnicę znajdującą się na grzbiecie stopy, na kończyny dolne zakładamy opaskę uciskową (rozciągliwą tkaninę, szalik, krawat itp.) jak najbliżej tułowia. Nałożone opaski uciskające na kończyny górne (na przedramieniu) na kończyny dolne (jak wyżej) nie mogą być nałożone dłużej niż przez 1-2 godziny, gdyż może nastąpić obumarcie (nekroza) kończyny na skutek braku dopływu krwi.

W przypadku krwotoku z nosa – poszkodowanego należy położyć lub posadzić, odchyliwszy mu lekko głowę ku tyłowi, rozpiąć kołnierz, nałożyć okład z zimnej wody, włożyć do nosa kawałek wyjałowionej waty oraz uciskać nos palcami. Watę umoczyć w wodzie utlenionej.

Krwotoki z ran twarzy wstrzymuje się przyciskając tętnicę szczękową do dolnego brzegu dolnej szczęki.

Krwotok z czoła i skroni wstrzymuje się poprzez przyciskanie tętnicy skroniowej z przodu ucha.

Krwawienie z dużych ran głowy wstrzymuje się przyciskając tętnicę do kręgów szyi, a z dołu pachowego i z barków, przyciskając tętnicę podobojczykową do kości w dole nadobojczykowym.

Na przedramieniu przyciska się tętnicę ramieniową, pośrodku ramienia od strony wewnętrznej. Po udzieleniu pierwszej pomocy, poszkodowanych z uszkodzonymi tętnicami należy przewieźć do Stacji Pogotowia Ratunkowego.

W przypadku krwotoku z dróg rodnych chorą położyć na brzuch, nałożyć zimny okład na podbrzusze i przewieźć do szpitala.

Ochrona przeciwpożarowa

Ochrona przeciwpożarowa polega na realizacji przedsięwzięć mających na celu ochronę życia, zdrowia i mienia przed pożarem, klęską żywiołową lub innym miejscowym zagrożeniem poprzez;

- a) zapobieganie powstaniu i rozprzestrzenianiu się pożaru, klęski żywiołowej lub innego miejscowego zagrożenia,
- b) zapewnienie sił i środków do zwalczania pożaru, klęski żywiołowej lub innego miejscowego zagrożenia,
- c) prowadzenie działań ratowniczych.

11. PYTANIA KONTROLNE

1. Podział gazów palnych rozprowadzanych siecią gazową.
2. Ciepło spalania i wartość opałowa.
3. Spalanie gazu, definicja i podział.
4. Granice wybuchowości.
5. Zapotrzebowania powietrza do spalania zupełnego.
6. Podział palników gazowych.
7. Omówić działanie palnika inżektorowego i nadmuchowego.
8. Podział urządzeń gazowych.
9. Wymień urządzenia gazowe stosowane w gospodarstwie domowym.
10. Wymień elementy składowe gazowego grzejnika wody przepływowej.
11. Działanie ogrzewaczy pomieszczeń i promienników.
12. Podział kotłów gazowych.
13. Jakie funkcje winna spełniać aparatura sterująco-regulacyjna kotła gazowego.
14. Wymień urządzenia służące do ogrzewania pomieszczeń.
15. Zabezpieczenia termo elektromagnetyczne przed niekontrolowanym wypływem gazu.
16. Urządzenia gazometryczne (wykrywacze uchodzenie gazu).
17. Prowadzenie przewodów instalacji gazowej.
18. Lokalizacja kurka głównego.
19. Lokalizacja gazomierza.
20. Na czym polega odbiór instalacji gazowej.
21. Na czym polega próba szczelności.

22. Na czym polega uruchamianie instalacji gazowej.
23. Okresowa kontrola instalacji gazowej.
24. Wymagania przy instalowaniu urządzeń gazowych.
25. Wentylacja pomieszczeń z zainstalowanymi urządzeniami gazowymi.
26. Podział sieci gazowych.
27. Podział stacji gazowych.
28. Wyposażenie stacji gazowej.
29. Podział kotłowni ze względu na wielość mocy cieplnej.
30. Lokalizacji kotłowni gazowych.
31. Wentylacja kotłowni gazowych.
32. Wykonywanie prac gazoniebezpiecznych.
33. Jakie prace gazoniebezpieczne mogą być wykonywane bez pisemnego zlecenia.
34. Ważniejsze zagrożenia występujące prze eksploatacji urządzeń, instalacji i sieci gazowych.
35. Jakie zasady bhp i ppoż. Należy przestrzegać przy wykonywaniu prac montażowych i eksploatacyjnych.
36. Zatrucie CO i pierwsza pomoc.
37. Podstawowe akty prawne regulujące zasady użytkowania paliw gazowych.

12. WYBRANE AKTY PRAWNE I NORMY

1. Ustawa z 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane.
2. Ustawa z 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne.
3. Ustawa z 17 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym.
4. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 28 grudnia 2009 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy budowie i eksploatacji sieci gazowych oraz uruchamiania instalacji gazowych gazu ziemnego.
5. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 2 lipca 2010 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu gazowego.
6. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 26 kwietnia 2013 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać sieci gazowe i ich usytuowanie.
7. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 18 września 2015 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
8. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów.
9. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 30 lipca 2001 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe.
10. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 21 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń ciśnieniowych i zespołów urządzeń ciśnieniowych.
11. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 6 września 1999 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy magazynowaniu, napełnianiu i rozprowadzaniu gazów płynnych.
12. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 21 listopada 2005 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać bazy i stacje paliw płynnych, rurociągi dalekosiężne dotransportuj ropy naftowej i produktów naftowych i ich usytuowanie.
13. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z 16 sierpnia 1999 w sprawie warunków technicznych użytkowania budynków mieszkalnych.

14. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego.
15. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 25 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla prostych zbiorników ciśnieniowych.
16. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 21 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń spalających paliwa gazowe.
17. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 26 października 2005 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać telekomunikacyjne obiekty budowlane i ich usytuowanie.
18. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 26 kwietnia 2013 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać sieci gazowe i ich usytuowanie.
19. PN-C-04750:2002 Paliwa Gazowe. Klasyfikacja, oznaczenie i wymagania.
20. PN-C-04751:2002 Gaz ziemny. Ocena Jakości.
21. PN-C-04752:2002 Gaz ziemny. Jakość gazu w sieci przesyłowej.
22. .PN-C-04753:2002 Gaz ziemny. Jakość gazu dostarczanego odbiorcom w sieci rozdzielczej.
23. .PN-EN 12732:2004 Systemy dostawy gazu. Spawanie stalowych układów rurowych. Wymagania funkcjonalne.
24. .PN-EN 12007-1:2004 Systemy dostawy gazu. Rurociągi o maksymalnym ciśnieniu roboczym do 16 bar włącznie. Część 1: Ogólne zalecenia funkcjonalne.
25. PN-EN 12007-1:2004 Systemy dostawy gazu. Rurociągi o maksymalnym ciśnieniu roboczym do 16 bar włącznie. Część 3: Szczegółowe zalecenia funkcjonalne dotyczące stali
- PN-EN 1594:2004 Systemy dostaw gazu. Rurociągi o maksymalnym ciśnieniu powyżej 16 bar. Wymagania funkcjonalne.
26. PN-EN 14141:2005 (U) Armatura stosowana w rurociągach do przesyłu gazu ziemnego.
27. PN-EN 13774:2004 (U) Armatura do instalacji dystrybucji gazu na maksymalne ciśnienie robocze mniejsze lub równe 16 bar. Wymagania eksploatacyjne.

28. PN-EN 12327:2004 Systemy dostawy gazu. Procedury próby ciśnieniowej, uruchamiania i unieruchamiania. Wymagania funkcjonalne.
29. PN-EN 12186:2004 Systemy dostawy gazu. Stacje redukcji ciśnienia gazu w przesyle i dystrybucji. Wymagania funkcjonalne.
30. PN-EN ISO 5167:2000 Pomiary strumienia płynu za pomocą zwężek pomiarowych. Kryzy, dysze i zwężki Venturiego wbudowane w całkowicie wypełnione rurociągi o przekroju kołowym.
31. PN-EN 12279:2002 Systemy dostawy gazu. Instalacje redukcji ciśnienia gazu na przyłączach. Wymagania funkcjonalne.
32. PN-EN 1776:2002 Systemy dostawy gazu. Stacje pomiarowe gazu ziemnego. Wymagania funkcjonalne.
33. PN-EN 14382:2003 (U) Urządzenia zabezpieczające stosowane w gazowych stacjach redukcyjnych i instalacjach. Zabezpieczające urządzenia odcinające dla ciśnień wlotowych do 100 bar.
34. PN-EN 1555-1 Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do przesyłania paliw gazowych. Polietylen (PE). Część 1: Wymagania ogólne.
35. PN-EN 15417:2006 (U) Kotły centralnego ogrzewania opalane gazem – Wymagania szczegółowe dla kotłów kondensacyjnych o znamionowym obciążeniu cieplnym większym niż 70 kW, lecz nie przekraczające 1000 kW.
36. PN-EN 13836:2006 (U) Kotły centralnego ogrzewania opalane gazem – Kotły typu o nominalnym obciążeniu cieplnym większym niż 300 kW, lecz nie przekraczające 1000 kW. Wprowadza: EN 13836:2006 [IDT]
37. PN-EN 14829:2007 Gazowe ogrzewacze pomieszczeń, instalowane oddzielnie bez odprowadzania spalin, o znamionowym obciążeniu cieplnym nieprzekraczającym 6 kW.
38. PN-EN 14438:2007 Ogrzewacze konwekcyjne opalane gazem do ogrzewania więcej niż jednego pomieszczenia (oryg.) Wprowadza: en 14438:2006 [IDT]
39. PN-EN 15035:2007 (U) Kotły grzewcze – Wymagania dotyczące kotłów z zamkniętą komorą spalania o mocy do 70 kW