

MIEDŹ W INSTALACJACH GAZOWYCH




MIEDŹ

W INSTALACJACH GAZOWYCH

Wydanie trzecie

Wrocław 2006
Polskie Centrum Promocji Miedzi



Książkę opracował zespół w składzie:

Elżbieta ANDRZEJACZEK – kierownik zespołu

Anna FLIS

Mariusz KIELBASIŃSKI

Mieczysław WIĘCASZEK

Andrzej BARCZYŃSKI

Opiniodawca: **Tadeusz Podziemski**

Inicjatywę wydania książki podjęło oraz sponsoruje ją

Polskie Centrum Promocji Miedzi Sp. z o.o.

50-136 Wrocław, pl. Jana Pawła II nr 1

Książka zawiera podstawowy materiał z zakresu nowych technik gazowniczych. Przedstawione w niej wiadomości dotyczą: właściwości paliw gazowych i miedzi, wykonanych z niej elementów instalacji gazowych, obróbki i łączenia rur miedzianych, a także projektowania, wykonawstwa i eksploatacji instalacji gazowych z miedzi.

Polskie Centrum Promocji Miedzi poleca tę książkę jako uzupełnienie następujących podręczników:

- S. Cieślowski, K. Krygier: *Instalacje sanitarne cz. 1* (seria: *Technologia*),
- Z. Hoffmann, K. Lisicki: *Instalacje budowlane*.

Z książki mogą korzystać nauczyciele szkół zawodowych, instruktorzy praktycznej nauki zawodu, wykładowcy na kursach doskonalenia i dokształcania zawodowego oraz uczniowie szkół zasadniczych i techników, a także słuchacze kursów zawodowych z zakresu gazownictwa.


© Copyright by Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne
oraz Polskie Centrum Promocji Miedzi
Warszawa 1998

Polskie Centrum Promocji Miedzi
Wrocław 2006
Wydanie trzecie poprawione. Ark. druk. 5,0

Spis treści

Przedmowa	6
1. Informacje ogólne	7
1.1. Wprowadzenie.....	7
1.2. Podstawowe właściwości paliw gazowych	7
1.3. Podstawowe elementy składowe instalacji gazowych	11
1.4. Ogólne przepisy związane z wykonywaniem i odbiorem instalacji gazowych z miedzi	12
1.5. Materiały stosowane do budowy instalacji gazowych.....	13
2. Miedź i jej stopy	14
2.1. Właściwości miedzi	14
2.2. Stopy miedzi	18
3. Wymagania dotyczące elementów instalacji gazowych z miedzi	19
3.1. Rury.....	19
3.1.1. Wymagania materiałowe	19
3.1.2. Wymagania dotyczące stanu kwalifikacyjnego	19
3.1.3. Wymagania wymiarowe.....	20
3.1.4. Wymagania mechaniczne.....	22
3.1.5. Dopuszczalne ciśnienia robocze	22
3.1.6. Wymagania dotyczące szczelności rur	24
3.1.7. Oznakowanie, pakowanie, magazynowanie i transport rur miedzianych.....	24
3.2. Łączniki.....	26
3.2.1. Rodzaje łączników	26
3.2.2. Wymagania materiałowe	27
3.2.3. Wymagania wymiarowe.....	28
3.2.4. Wymagania dotyczące jakości powierzchni łączników.....	32
3.2.5. Oznakowanie łączników	33
3.2.6. Magazynowanie i transport łączników	33
3.3. Materiały do lutowania twardego.....	34
3.3.1. Luty.....	34
3.3.2. Topniki	36
4. Technika obróbki i łączenia rur miedzianych	37
4.1. Cięcie	37
4.2. Gięcie	37
4.3. Kielichowanie.....	39
4.4. Połączenia	39
4.4.1. Połączenia nierozłączne.....	39
4.4.2. Połączenia rozłączne	43
4.5. Czyszczenie i kontrola połączeń.....	43
5. Narzędzia do obróbki i łączenia rur miedzianych	44

5.1.	Rodzaje narzędzi.....	44
5.2.	Cięcie, gratowanie i kalibrowanie	46
5.3.	Gięcie	46
5.4.	Kielichowanie.....	47
5.5.	Czyszczenie	48
5.6.	Lutowanie twarde	49
5.6.1.	Palniki.....	49
5.6.2.	Przewody i reduktory	50
5.6.3.	Butle na gaz	50
6.	Projektowanie instalacji gazowej z miedzi	51
6.1.	Ogólne zasady projektowania instalacji gazowej.....	51
6.2.	Kolejność projektowania instalacji gazowej	52
6.3.	Obliczanie instalacji gazowej z miedzi.....	52
6.3.1.	Wyznaczanie zapotrzebowania na gaz (współczynniki jednocześnie poboru gazu).....	52
6.3.2.	Obliczanie spadków ciśnienia na poszczególnych odcinkach instalacji.....	55
6.3.3.	Jednostkowe straty liniowe ciśnienia.....	57
6.3.4.	Miejscowe straty ciśnienia.....	57
6.3.5.	Odzysk (strata) ciśnienia na pionowych odcinkach instalacji	61
6.3.6.	Dopuszczalne spadki ciśnienia w instalacji gazowej.....	61
6.3.7.	Przykład	62
7.	Ogólne zasady prowadzenia instalacji gazowej z miedzi	65
7.1.	Wprowadzenie.....	65
7.2.	Układanie przewodów gazowych	65
7.3.	Przejścia przez przegrody budowlane.....	67
7.4.	Mocowanie przewodów gazowych.....	68
7.5.	Lokalizacja i montaż kurków gazowych.....	68
7.6.	Lokalizacja i montaż gazomierzy	69
7.7.	Prowadzenie gazowych przewodów miedzianych w ziemi	70
8.	Odbiór instalacji gazowej z miedzi	71
8.1.	Sprawdzanie instalacji gazowej z miedzi – etapy kontroli i wymagane dokumenty	71
8.2.	Kontrola zgodności wykonania instalacji gazowej z projektem technicznym	71
8.3.	Kontrola jakości wykonania instalacji gazowej.....	72
8.4.	Próba szczelności instalacji gazowej	72
8.4.1.	Uwagi ogólne	72
8.4.2.	Główna próba szczelności	73
8.4.3.	Próba szczelności instalacji gazowej przed napełnieniem paliwem gazowym.....	73
8.5.	Odbiór końcowy instalacji gazowej	74
8.6.	Uruchamianie instalacji gazowej	75
9.	Eksploatacja instalacji gazowej z miedzi	76



9.1.	Uwagi ogólne	76
9.2.	Kontrola instalacji gazowych	77
10.	Zasady bhp i ppoż.	79
	Wykaz literatury	80
	Wykaz norm	81

Przedmowa

Książka ta zawiera podstawowy materiał z zakresu nowych technik gazowniczych. Ujmuje w sposób przystępny i zrozumiały wiadomości niezbędne zarówno dla projektantów instalacji gazowych, jak również uczniów szkół zawodowych. Dotyczą one:

- właściwości paliw gazowych,
- właściwości miedzi oraz materiałów z niej wykonanych, materiałów i narzędzi służących do obróbki i łączenia rur miedzianych,
- projektowania instalacji gazowych z miedzi,
- wykonawstwa instalacji gazowych z miedzi,
- eksploatacji instalacji gazowych z miedzi, ich kontroli oraz przestrzegania zasad bezpieczeństwa i higieny pracy.

Styl i forma języka oraz dobrze dobrane, czytelne rysunki i tabele ułatwiają korzystanie z opracowania. Stanowi ono doskonały materiał instruktażowy dla przyszłych wykonawców instalacji gazowych z miedzi, pozwala na swobodne projektowanie instalacji zgodnie z obowiązującymi przepisami.

Pod względem metodycznym książka stanowi bardzo dobre połączenie teorii z zakresem właściwości miedzi z praktyką, ich wykorzystania w produkcji gotowych wyrobów (rur, łączników) oraz ich montażu w instalacjach gazowych. Uzupełnieniem tych wiadomości jest przedstawienie materiałów do lutowania, technik obróbki i łączenia rur miedzianych oraz używanych do tego narzędzi.

Książka służy do rozwoju umiejętności zawodowych w zakresie wyobraźni przestrzennej (zdolności do przedstawiania kształtu, wielkości, położenia i lokalizacji przewodów i urządzeń gazowych) oraz wyobraźni konstrukcyjnej (zdolności tworzenia nowych instalacji i urządzeń). W procesie kształtowania umiejętności zawodowych działalność słuchacza w szkole lub na kursie przebiega od poziomu poznania zmysłowego, jako źródła wiedzy, do teorii i od teorii do sprawdzenia empirycznego w działaniu praktycznym (od projektowania do wykonawstwa).

Metodyka opracowania, jego kształt i forma pozwala na wykorzystanie pracy przez nauczycieli szkół zawodowych, instruktorów praktycznej nauki zawodu, wykładowców na kursach doskonalenia i dokształcania zawodowego oraz przez uczniów szkół zawodowych i słuchaczy kursów zawodowych z zakresu gazownictwa.

dr inż. Władysława Maria Francuz

1. Informacje ogólne

1.1. Wprowadzenie

Instalacje gazowe stanowią element składowy wyposażenia budynków, powinny więc być wykonane zgodnie z wymogami *Prawa budowlanego* [13]* oraz przepisów wydanych w tym zakresie przez właściwe ministerstwo. Zasady wykonywania instalacji gazowych reguluje *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* [8] z późniejszymi zmianami. W rozdziale 7 działu IV tego rozporządzenia określono wymagania dotyczące instalacji gazowych w budynkach.

1.2. Podstawowe właściwości paliw gazowych

Paliwo – materiał palny stosowany do otrzymywania dużych ilości energii cieplnej w procesie spalania.

Paliwo gazowe – mieszanina gazów palnych i niepalnych, naturalnych lub sztucznych używana w technice w celu łatwego uzyskania dużych ilości energii cieplnej. Klasyfikację, oznaczenie i wymagania dla paliw gazowych zawiera PN-C-04750**.

Gazy wytwarzane metodami przemysłowymi – paliwa gazowe uzyskane z przetworzenia paliw stałych lub ciekłych. Do grupy tej należy gaz koksowniczy oraz dawniej używany gaz miejski. W PN-C-04750 nadano im symbole Sn, Ss, i Sw i zaliczono do rodziny 1 paliw gazowych (patrz tabela 1.1).

Gazy ziemne – paliwa gazowe pochodzenia naturalnego, których głównym składnikiem jest metan. Do tej grupy zaliczamy gazy zaazotowane i wysokometanowe oznaczone symbolami L i E. Zgodnie z PN-C-04750 tworzą one rodzinę 2 paliw gazowych (patrz tabela 1.2).

Gazy skroplone C₃ – C₄ – paliwa węglowodorowe składające się głównie z propanu oraz butanu, najczęściej uzyskiwane z przetworzenia ropy naftowej. Mieszaniny te pod ciśnieniem własnych par są cieciami. W PN-C-04750 paliwa te mają symbole B, B/P, P i tworzą rodzinę 3 (patrz tabela 1.3).

* Patrz wykaz literatury na końcu książki.

** Tytuły wszystkich norm są podane w wykazie norm na końcu książki.

Tabela 1.1. Klasyfikacja gazów wytwarzanych metodami przemysłowymi (wg PN-C-04750).

Rodzina		Grupa		Kryterium podziału	
Nazwa	symbol	Nazwa	symbol	Parametr klasyfik.	Wartość parametru klasyfikacyjnego
Gazy wytwarzane metodami przemysłowymi	1	nisko-kaloryczne	Sn	ciepło spalania	$H_s < 9,5 \text{ MJ/m}^3$
		średnio-kaloryczne	Ss		$9,5 \text{ MJ/m}^3 \leq H_s < 28,5 \text{ MJ/m}^3$
		wysoko-kaloryczne	Sw		$28,5 \text{ MJ/m}^3 \leq H_s < 37,9 \text{ MJ/m}^3$

Tabela 1.2. Podstawowe wymagania dotyczące gazu ziemnego (wg PN-C-04753).

Wymagania	Grupa L (zaazotowane)				Grupa E wysokometanowe (GZ 50)
	Symbol podgrupy				
	Lm (GZ 25)	Ln (GZ 30)	Ls (GZ 35)	Lw (GZ 41,5)	
Liczba Wobbego [MJ/m^3] – zakres wartości – wartość nominalna	23,0÷27,0 25	27,0÷32,5 30	32,5÷37,5 35	37,5÷45,0 41,5	45,0÷54,0 50
Ciepło spalania [MJ/m^3] – nie mniej niż	18,0	22,0	26,0	30,0	34,0
Wartość opałowa [MJ/m^3] – nie mniej niż	16,0	20,0	24,0	27,0	31,0
Ciśnienie nominalne gazu przed aparatem gazowym [kPa]	0,8	1,3	1,3	2,0	2,0
Dopuszczalne wahania ciśnienia gazu przed aparatem gazowym [kPa]	+0,3 -0,2	+0,3 -0,25	+0,3 -0,25	+0,3 -0,25	+0,5 -0,4

Mieszanki gazów węglowodorowych z powietrzem – paliwa należące do rodziny 4 otrzymane w wyniku mieszania z powietrzem gazów skroplonych $C_3 - C_4$ o symbolu GPP lub ziemnych o symbolu GZP (patrz tabela 1.4).

Biogaz – gaz tworzący się w wyniku fermentacji metanowej biomasy lub substancji organicznej zawartej w odpadach.

Normalny metr sześcienny gazu [nm^3] – ilość suchego gazu zawarta w objętości 1 m^3 w tzw. warunkach normalnych, tj. przy ciśnieniu 101325 Pa i temperaturze 0°C (273,15 K).

Uwaga: Ilekroć w dalszej części książki będzie używana jednostka m^3 , oznaczać to będzie normalny metr sześcienny.

Tabela 1.3. Podstawowe wymagania dla gazów skroplonych (wg PN – C 96008).

Wymagania	Rodzaje		
	Butan techniczny	Propan-butan	Propan techniczny
Zawartość C1 % [m/m] – nie więcej niż	—	0,1	0,1
Zawartość C2 % [m/m] – nie więcej niż	0,2	4,0	5,5
Zawartość C3 % [m/m] – nie mniej niż – nie więcej niż	— 5,0	18,0 55,0	90,0 —
Zawartość C4 % [m/m] – nie mniej niż – nie więcej niż	95,0 —	45,0 —	— 10,0
Zawartość C5 % [m/m] – nie więcej niż	1,0	1,0	nie zawiera
Wartość opałowa [kJ/kg] – nie mniejsza niż	44800	45220	45640
Gęstość w temperaturze 15,6°C [t/m ³] – nie mniejsza niż	0,564	0,500	0,495

Tabela 1.4. Podstawowe wymagania dla mieszanin gazów węglowodorowych skroplonych z powietrzem (wg PN-C-04750).

Wymagania	Wartości liczbowe
Liczba Wobbego [MJ/m ³] – zakres wartości – wartość nominalna	23,0 ÷ 27,0 25,0
Ciepło spalania [MJ/m ³] – nie mniejsza niż	24,0
Wartość opałowa [MJ/m ³] – nie mniej niż	22,0
Ciśnienie nominalne gazu przed aparatem gazowym [kPa]	0,8
Dopuszczalne wahania ciśnienia gazu przed aparatem gazowym [kPa]	+0,3 -0,2

Gęstość gazu – oznaczana grecką literą ρ , określa masę 1 m³ gazu w danych warunkach ciśnienia i temperatury. Jednostką gęstości gazu jest kg/m³ (tab. 1.5).

Gęstość względna gazu d – stosunek gęstości danego rodzaju gazu do gęstości powietrza w tych samych warunkach ciśnienia i temperatury (tab. 1.5).

Spalanie – reakcja gwałtownego utleniania połączona z wydzielaniem ciepła oraz efektem świetlnym.

Tabela 1.5. Wybrane właściwości fizykochemiczne gazów.

Nazwa gazu	Wzór chemiczny	Gęstość w warunkach normalnych [kg/m ³]	Gęstość względna	Ciepło spalania [MJ/m ³]	Wartość opałowa [MJ/m ³]	Ilości teoretyczne		Granice wybuchowości	
						powietrza do spalania [m ³ /m ³]	spalin mokrych [m ³ /m ³]	dolna [%]	górna [%]
Metan	CH ₄	0,717	0,554	40,400	36,280	9,52	10,52	5,0	15,0
Etan	C ₂ H ₆	1,356	1,048	71,400	65,240	16,66	18,16	3,2	12,5
Propan	C ₃ H ₈	2,019	1,561	103,220	94,870	23,80	25,80	2,4	9,5
Butan	C ₄ H ₁₀	2,703	2,090	133,830	125,200	31,10	33,44	1,5	8,4
Wodór	H ₂	0,089	0,069	12,950	10,910	2,39	2,88	4,0	75,0
Tlenek węgla	CO	1,249	0,967	12,810	12,810	2,39	2,88	12,5	75,0
Powietrze		1,292	1,000	-	-	-	-	-	-
Azot	N ₂	1,251	0,967	-	-	-	-	-	-
Gaz ziemny *		0,75	0,58	39,000	35,000	9,5	10,5	4,8	13,5
Gaz koksowniczy *		0,65	0,50	19,000	17,000	4,1	4,8	20	60
Gaz płynny (pary) *		2,35	1,82	117,000	109,000	27,5	29,0	1,8	9,0

* - wartości orientacyjne

Tabela 1.6. Temperatura zapłonu i prędkość spalania wybranych węglowodorów

Rodzaj gazu	Temperatura samozapłonu [°C]	Prędkość spalania [m/s]
Metan	640÷800	40
Etan	508÷605	43
Propan	510÷580	42

Prędkość spalania – prędkość przesuwania się czoła płomienia względem mieszanki paliwa gazowego z powietrzem (tab. 1.6).

Ciepło spalania gazu – ilość ciepła wydzielona wskutek spalania całkowitego i zupełnego 1 m³ gazu, przy czym temperatura produktów spalania równa się temperaturze paliwa gazowego i powietrza przed spalaniem, a woda powstała w procesie spalania występuje w postaci cieczy. Najczęściej stosowaną jednostką ciepła spalania gazu jest MJ/m³.

Wartość opałowa – ilość ciepła wydzielona wskutek spalania całkowitego i zupełnego 1 m^3 gazu, przy czym temperatura produktów spalania równa się temperaturze paliwa gazowego i powietrza przed spalaniem, a woda powstała w procesie spalania występuje w postaci pary wodnej. Wartość opałowa jest mniejsza od ciepła spalania o tzw. ciepło kondensacji (skraplania) pary wodnej. Jej jednostką jest MJ/m^3 .

Liczba Wobbego W – stosunek ciepła spalania lub wartości opałowej paliwa gazowego wyrażonego w MJ/m^3 do pierwiastka kwadratowego z jego gęstości względnej. Ze względu na liczbę Wobbego rozróżnia się podgrupy paliw gazowych (tabele 1.1 ÷ 1.4). Liczba ta jest istotna przy projektowaniu oraz przestawianiu na inny rodzaj paliwa palników gazowych. Wyraża się ją w MJ/m^3 .

$$W = \frac{Q}{\sqrt{d}} \quad (1-1)$$

- jeżeli Q jest wartością opałową to mamy dolną liczbę Wobbego,
- jeżeli Q jest ciepłem spalania to mamy górną liczbę Wobbego.

Wybuch gazu – reakcja gwałtownego spalania mieszaniny gazu z powietrzem, połączona z gwałtownym rozprężaniem gazów spalinyowych. Wybuch wywołuje pojawienie się w powietrzu określonej ilości gazu oraz tzw. czynnik inicjujący (iskra elektryczna, otwarty płomień itp.).

Dolna granica wybuchowości DGW – minimalne stężenie gazu palnego w mieszaninie powietrzno-gazowej, przy którym może nastąpić wybuch (tab. 1.5). Poniżej tej granicy mieszanina nie może się zapalić i wybuchnąć.

Górna granica wybuchowości GGW – maksymalne stężenie gazu palnego w mieszaninie powietrzno-gazowej, przy którym płomień bez dopływu powietrza z zewnątrz jeszcze się rozprzestrzenia (tab. 1.5). Przekroczenie tej granicy powoduje pozbawienie mieszaniny właściwości wybuchowych.

Temperatura samozapłonu – najniższa temperatura, do której należy ogrzać mieszaninę gazu palnego z powietrzem, aby zapaliła się samorzutnie bez udziału czynnika inicjującego (tab. 1.6).

1.3. Podstawowe elementy składowe instalacji gazowych

Instalacją 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 elementem wyposażenia urządzeń gazowych.

Instalacja gazowa z rur miedzianych spełnia wysokie wymagania pod względem bezpieczeństwa odbiorców i niezawodności funkcjonowania, dlatego dopuszczona została do stosowania w pomieszczeniach mieszkalnych na równi z instalacją wykonaną z rur stalowych łączonych metodą spawania.

Za stosowaniem **miedzi** w instalacjach gazowych przemawiają:

- łatwa obróbka mechaniczna i możliwość dopasowania kształtu instalacji do różnych rozwiązań architektonicznych,
- mała pracochłonność wykonywania instalacji,
- łatwość włączania się do istniejącej instalacji,
- duża szczelność instalacji ze względu na sposób łączenia (lutowanie twarde),
- małe straty ciśnienia przy przepływie gazu,
- mniejsze zużycie materiału (ze względu na cieńsze ścianki rur) oraz możliwość ponownego wykorzystania zużytych materiałów,
- duża trwałość instalacji (ponad 50 lat),
- wysoka odporność korozyjna miedzi.

1.4. Ogólne przepisy związane z wykonywaniem i odbiorem instalacji gazowych z miedzi

W Polsce brak jest norm dotyczących projektowania, wykonywania i odbioru instalacji gazowych z miedzi. Niniejsza książka oraz przedstawione tu wymagania są zgodne z Polską Normą *PN-EN 1057 „Miedź i stopy miedzi. Rury miedziane okrągłe bez szwu do wody i gazu stosowane w instalacjach sanitarnych i ogrzewania”*.

Każdą instalację gazową trzeba wykonywać na podstawie **projektu budowlanego instalacji gazowej**. Wszystkie rozwiązania techniczne muszą zapewniać parametry eksploatacyjne odpowiednie dla danego typu urządzeń gazowych będących elementami instalacji. Projekty instalacji gazowych wolno opracowywać tylko osobom uprawnionym do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych

w budownictwie. Ponadto, projekt ten **należy uzgodnić z dostawcą gazu**, szczególnie co do zgodności z wydanymi warunkami zasilania.

Instalacje gazowe powinny być wykonywane przez osoby o **kwalifikacjach zawodowych potwierdzonych odpowiednim świadectwem** i pod nadzorem osób mających **uprawnienia budowlane**, stanowiące podstawę do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w tym zakresie.

1.5. Materiały stosowane do budowy instalacji gazowych

Przy wykonywaniu robót budowlanych można stosować wyłącznie wyroby spełniające wymagania bezpieczeństwa konstrukcji, ochrony przeciwpożarowej, bezpieczeństwa użytkowania i ochrony środowiska. Wyrób budowlany może być wprowadzony do obrotu, jeżeli jest **oznakowany znakiem CE** co oznacza że dokonano oceny jego zgodności z normą zharmonizowaną, albo europejską aprobatą techniczną, bądź krajową specyfikacją techniczną państwa członkowskiego Unii Europejskiej lub Europejskiego Obszaru Gospodarczego uznaną przez Komisję Europejską za zgodną z wymaganiami podstawowymi. Wszystkie materiały i wyroby (armatura) służące do montażu instalacji gazowych z miedzi powinny posiadać **certyfi­kat na znak bezpieczeństwa** o ile taki jest wymagany lub **deklarację zgodności z aprobatą techniczną**. Do wydawania aprobat w zakresie wyposażenia instalacji gazowych upoważniony jest Instytut Nafty i Gazu w Krakowie.

2. Miedź i jej stopy

2.1. Właściwości miedzi

Miedź jest jednym z najstarszych materiałów używanych do budowy instalacji. Pierwsze zastosowanie miedzi w wodociągach datuje się na rok 3000 p.n.e.

Miedź to sprawdzony materiał konstrukcyjny, od kilkudziesięciu lat powszechnie stosowany w większości Krajów Unii Europejskiej, USA i Kanadzie do wykonywania instalacji wodociągowych, grzewczych i gazowych.

Miedź jest metalem nieodzownym w życiu człowieka. W przyrodzie występuje w postaci siarczków. Uzyskuje się ją z rudy miedzi o niewielkiej zawartości tego pierwiastka (zaledwie do 1%) w wyniku procesu metalurgicznego i elektrolitycznego. Miedź surową otrzymywaną w kolejnych fazach wytopu poddaje się rafinacji elektrolitycznej, w wyniku której uzyskuje się metal o zawartości 99,9% czystego pierwiastka.

Właściwości chemiczne. Czysta miedź charakteryzuje się dużą odpornością na korozyjne działanie wody zimnej i gorącej w instalacjach wodociągowych, wody morskiej oraz korozję atmosferyczną. Na powietrzu szybko się utlenia i matowieje.

Pod wpływem wilgoci i dwutlenku węgla miedź pokrywa się ciemnobrązową patyną (tlenkiem miedzi(I) – zwyczajowo zwanym tlenkiem miedziawym), przechodzącą po pewnym czasie w tzw. patynę szlachetną o barwie zielonej, którą tworzy głównie hydroksowęglan miedzi (zwyczaj.: zasadowy węglan miedzi). Powstawanie patyny jest zjawiskiem bardzo korzystnym, zwiększa bowiem i tak dużą odporność na korozję. W środowisku dwutlenku siarki powstaje warstewka hydroksosiarczku miedzi (zasadowego siarczku miedzi), który w przeciwieństwie do tlenków, nie chroni przed dalszą korozją.

Miedź jest również odporna na działanie kwasów nieutleniających (np. solnego, octowego), ulega zaś niekorzystnej korozji w środowiskach:

- kwasów utleniających, np. kwasu azotowego(V)^{*} i gorącego kwasu siarkowego(VI)^{**},

^{*} Kwas azotowy(V) – HNO₃, zwyczaj.: kwas azotowy.

^{**} Kwas siarkowy(VI) – H₂SO₄, zwyczaj.: kwas siarkowy.

- roztworów amoniaku i związków amonowych,
- kwasu siarkowodorowego, w wodach zawierających siarczki,
- w wodach napowietrzonych o dużej zawartości kwasu węglowego.

Właściwości fizyczne i mechaniczne. Miedź jest metalem o charakterystycznej różowozłocistej barwie i doskonałym połysku. Ma najmniejszą oporność elektryczną spośród wszystkich metali, z wyjątkiem srebra. Wykazuje doskonałe przewodnictwo elektryczne i cieplne. Przewodnictwo cieplne miedzi jest 6 razy większe niż stali. Współczynnik rozszerzalności cieplnej miedzi jest ok. 1,5 raza większy niż stali i wynosi $0,0166 \text{ mm}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$. Różnice temperatury występujące podczas montażu i użytkowania przewodów powodują zmianę ich długości. Można ją obliczyć za pomocą wzoru:

$$\Delta L = L \cdot \Delta T \cdot \lambda \quad (2-1)$$

w którym:

ΔL – przyrost długości przewodu [mm],

L – długość przewodu [m],

ΔT – różnica temperatury [$^{\circ}\text{C}$],

λ – współczynnik rozszerzalności liniowej [$\text{mm}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$].

Na przykład: odcinek rury o długości $L = 5 \text{ m}$, której $\lambda = 0,0166 \text{ mm}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$ przy wzroście temperatury $\Delta T = 20^{\circ}\text{C}$ wydłuży się o

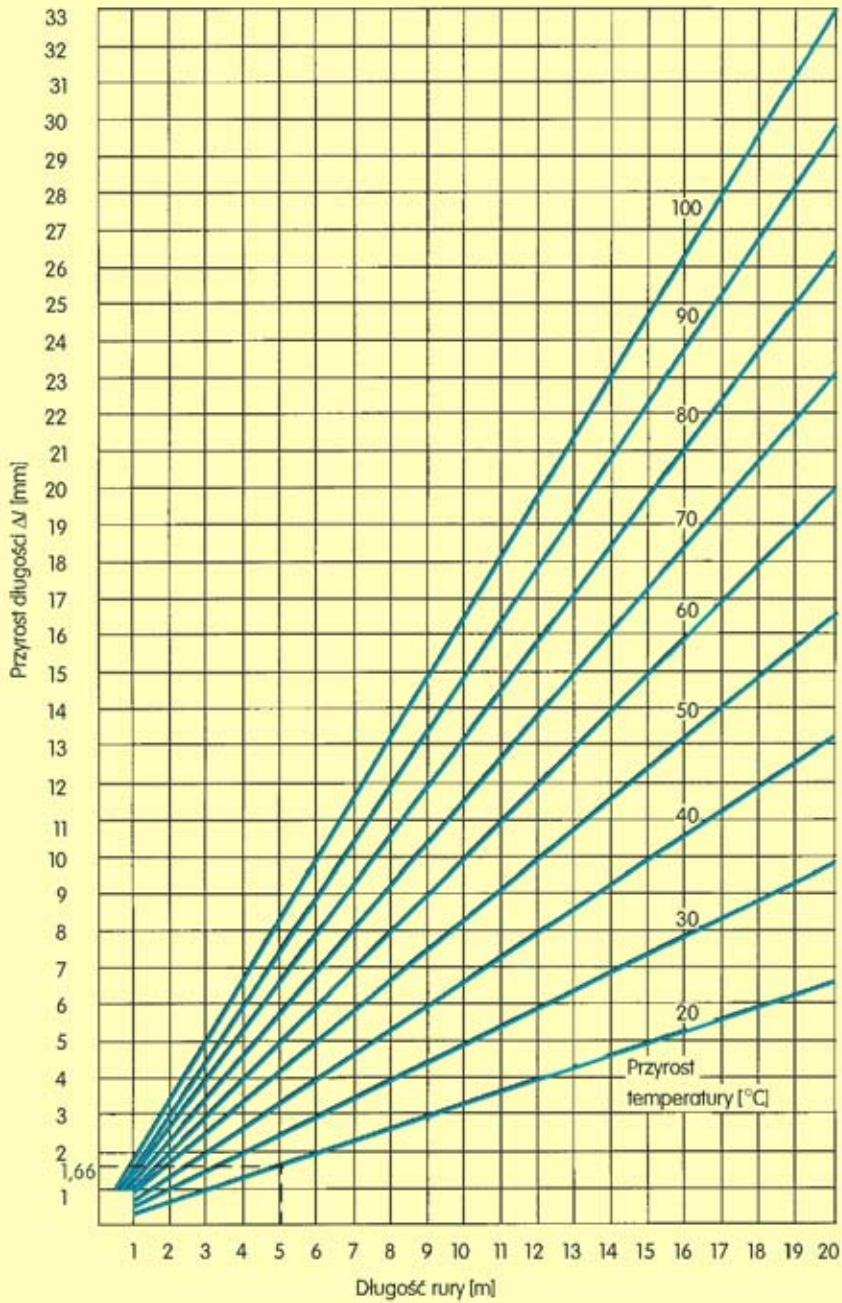
$$\Delta L = 5 \text{ m} \cdot 20^{\circ}\text{C} \cdot 0,0166 \text{ mm}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}) = 1,66 \text{ mm}.$$

Przyrost długości rur miedzianych ΔL w zależności od przyrostu temperatury ΔT podano na rys. 2.1 oraz w tab. 2.1.

Miedź należy do materiałów, które łatwo poddają się obróbce plastycznej na zimno i na gorąco. W celu zmiękczenia miedzi poddaje się ją procesowi rekrytalizacji, tzn. podgrzewa do temperatury $300\div 600^{\circ}\text{C}$, a następnie ochładza. Im czystsza miedź – tym niższa temperatura wyżarzania.

W instalacjach gazowych stosuje się miedź odtlenioną fosforem. Fosfor jest dobrym odtleniaczem miedzi, ale większa jego ilość (powyżej $0,1\%$), powoduje jej kruchość.

Podstawowe właściwości fizyczne i mechaniczne miedzi przedstawiono w tab. 2.2.



Rys. 2.1. Wydłużenie cieplne rur miedzianych

Tabela 2.1. Przyrost długości ΔL w mm w zależności od przyrostu temperatury ΔT

Długość rury [m]	Różnica temperatury ΔT [°C]									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0,1	0,02	0,03	0,05	0,07	0,08	0,10	0,12	0,13	0,15	0,17
0,2	0,03	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20	0,23	0,27	0,30	0,33
0,3	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
0,4	0,07	0,13	0,20	0,27	0,33	0,40	0,46	0,53	0,60	0,66
0,5	0,08	0,17	0,25	0,33	0,42	0,50	0,58	0,66	0,75	0,83
0,6	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
0,7	0,12	0,23	0,35	0,46	0,58	0,70	0,81	0,93	1,05	1,16
0,8	0,13	0,27	0,40	0,53	0,66	0,80	0,93	1,06	1,20	1,33
0,9	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	1,34	1,49
1	0,17	0,33	0,50	0,66	0,83	1,00	1,16	1,33	1,49	1,66
2	0,33	0,66	1,00	1,33	1,66	1,99	2,32	2,66	2,99	3,32
3	0,50	1,00	1,49	1,99	2,49	2,99	3,49	3,98	4,48	4,98
4	0,66	1,33	1,99	2,66	3,32	3,98	4,65	5,31	5,98	6,64
5	0,83	1,66	2,49	3,32	4,15	4,98	5,81	6,64	7,47	8,30
6	1,00	1,99	2,99	3,98	4,98	5,98	6,97	7,97	8,96	9,96
7	1,16	2,32	3,49	4,65	5,81	6,97	8,13	9,30	10,46	11,62
8	1,33	2,66	3,98	5,31	6,64	7,97	9,30	10,62	11,95	13,28
9	1,49	2,99	4,48	5,98	7,47	8,96	10,46	11,95	13,45	14,94
10	1,66	3,32	4,98	6,64	8,30	9,96	11,62	13,28	14,94	16,60

Tabela 2.2. Właściwości fizyczne i mechaniczne czystej miedzi

Właściwości fizyczne i mechaniczne *	Oznaczenie	Wartość	Jednostka
Masa atomowa	—	63,546	—
Gęstość w temperaturze 20°C	ρ	8,96	kg/dm ³
Ciepło właściwe w temperaturze 20°C	c	390	J/(kg · °C)
Temperatura topnienia	t_t	1 083	°C
Temperatura wrzenia	t_w	2 595	°C
Ciepło topnienia	—	$212 \cdot 10^3$	J/kg
Współczynnik przewodnictwa cieplnego w temperaturze 20°C	a	370	W/(m · °C)

Tabela 2.2. c.d. Właściwości fizyczne i mechaniczne czystej miedzi

Właściwości fizyczne i mechaniczne*	Oznaczenie	Wartość	Jednostka
Współczynnik rozszerzalności liniowej w temperaturze 0 ÷ 100°C	λ	0,0166	mm/(m · °C)
Współczynnik cieplny oporu	—	0,00431	1/°C
Opór elektryczny właściwy w temperaturze 20°C	r	$1,68 \cdot 10^{-8}$	$\Omega \cdot m$
Przewodność elektryczna właściwa	—	59,7	MS/m
Wytrzymałość na rozciąganie: – w stanie miękkim – w stanie walcowanym (twardym)	R_m	210÷240 ≥ 290	MPa
Współczynnik sprężystości wzdłużnej materiału – moduł <i>Younga</i>	E	$1,27 \cdot 10^5$	MPa
Współczynnik sprężystości poprzecznej materiału – moduł <i>Kirchhoffa</i>	A	$4,69 \cdot 10^4$	MPa
Wydłużenie: – stan miękki – stan twardy	A_{10}	40÷50 3÷8	%
Twardość <i>Vickersa</i> – stan miękki – stan twardy	—	40÷70 ≥ 100	HV
Temperatura wyżarzania rekrytalizującego	t_r	300÷600	°C

* Właściwości fizyczne i mechaniczne zależą od czystości i stanu metalu, dlatego podane wartości należy traktować jako orientacyjne.

2.2. Stopy miedzi

Do czystej miedzi dodaje się różne pierwiastki stopowe: arsen, chrom, cynę, cynk, srebro, ołów, nikiel, żelazo, glin (aluminium), siarkę, krzem.

Mosiądze – stopy miedzi, w których głównym dodatkiem stopowym jest cynk.

Braży – stopy miedzi, w których głównym dodatkiem stopowym jest cyna.

Mosiądze i braży zawierające więcej niż jeden składnik stopowy – to stopy specjalne.

3. Wymagania dotyczące elementów instalacji gazowych z miedzi

3.1. Rury

3.1.1. Wymagania materiałowe

Rury miedziane przeznaczone do budowy instalacji gazowych mają szczególne właściwości. Dotyczą one składu chemicznego miedzi, wymiarów rur, koniecznych tolerancji wymiarowych, własności mechanicznych oraz jakości ich powierzchni wewnętrznych co zapewnia instalacjom oczekiwaną trwałość i łatwość ich wykonywania.

Rury do instalacji gazowych muszą być wykonane z miedzi odtlenionej fosforem o zawartości czystej miedzi $\geq 99,9\%$ i zawartości fosforu od 0,015 do 0,040%. Ten gatunek miedzi jest oznakowany następująco:

- wg normy europejskiej *EN 1057* – Cu-DHP,
- wg normy międzynarodowej *ISO 1190-1* – Cu-DHP,
- wg normy niemieckiej *DIN 1787* – SF-Cu,
- wg normy brytyjskiej *BS 1172* – C 106.

3.1.2. Wymagania dotyczące stanu kwalifikacyjnego

Rury miedziane są produkowane w trzech stanach kwalifikacyjnych różniących się stopniem twardości (miękkim, półtwardym i twardym), a tym samym właściwościami mechanicznymi i użytkowymi. Mniejszą twardość uzyskuje się w wyniku procesu rekrytalizacji (wyżarzania). Oznaczenia stanów kwalifikacyjnych rur przedstawiono w tab. 3.1.

Do instalacji gazowych należy stosować **rury twarde ciągnione, bez szwu**. Rury te mają największą wytrzymałość i twardość.

Rury miedziane muszą być gładkie, czyste, bez rys, pozbawione smarów po procesie ciągnięcia i węgla po procesie wyżarzania. Dotyczy to zewnętrznej i wewnętrznej powierzchni rur.

Rury miedziane powinny posiadać aprobatę techniczną wydaną przez Instytutu Nafty i Gazu w Krakowie, potwierdzoną deklaracją zgodności przez producenta. Zaleca się aby producenci rur posiadali system jakości zgodny z normami *PN-EN 29001*, *PN-EN 29002* i *PN-EN 29003*.

Tabela 3.1. Podział rur ze względu na ich twardość

Określenie	Stan kwalifikacyjny		
	miękka	półtwarda	twarda
Oznaczenie wg normy PN-EN 1057	R220	R250	R290
Oznaczenie wg DIN 17671	F22	F30	F37
Typowa długość [m]	zwoje 25 i 50m odcinki proste 3 i 5m	odcinki proste 3 i 5m	odcinki proste 3 i 5m
Zakres średnic wg PN-EN 1057[mm]	6-54	6-159	6-267
Napężenie rozciągające [MPa]*	≥ 220	≥ 250	≥ 290

* Wg normy DIN 17671 wartości naprężeń są wyższe i wynoszą: F22 ≥ 220 MPa, F30 ≥ 290 MPa i F37 ≥ 370 MPa

3.1.3. Wymagania wymiarowe

Rury miedziane do instalacji gazowej muszą spełniać określone wymagania dotyczące średnic zewnętrznych, grubości ścianek oraz ich tolerancji wymiarowych. Grubość ścianki rur miedzianych do instalacji gazowych nie może być mniejsza niż 1 mm.

Podstawowy typoszereg rur miedzianych przeznaczonych do instalacji gazowych zgodnie z normą *PN-EN1057* przedstawiono w tabeli 3.2. W sprzedaży można spotkać także rury wyprodukowane wg normy *DIN 1786* (tab. 3.3).

Z uwagi na ilości gazu zużywane w praktyce przez większość odbiorców, instalacje gazowe z miedzi mają najczęściej średnicę do 54 mm. Rury większych średnic są rzadziej stosowane.

Utrzymanie odchyłek (tolerancji) wg przedstawionych wymagań daje gwarancję poprawnego wykonania połączeń kapilarnych rur i łączników.

Do pomiaru kontrolnego wymiarów rur powinno się używać przyrządów o dokładności minimum 0,01 mm (sprawdziany przechodnie i nieprzechodnie). Grubość ścianek mierzy się śrubą mikrometryczną lub ultradźwiękowym miernikiem grubości.

Tabela 3.2. Typoszerzeg rur miedzianych przeznaczonych dla instalacji gazowych wg PN-EN 1057

Średnica zewnętrzna × grubość ścianki $d_z \times e$	Odchyłka średnicy zewnętrznej			Odchyłka grubości ścianki	Średnica wewnętrzna	Masa	Pojemność	Odpowiada rurze stalowej
	średniej średnicy zewnętrznej* dla wszystkich stanów	dotycząca każdej średnicy zewnętrznej						
		rury twarde (R290)	rury półtwarde (R250)					
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[%]	[mm]	[kg/m]	[dm ³ /m]	[cal]
12 × 1,0	± 0,04	± 0,04	± 0,09	± 13	10	0,308	0,079	3/8
15 × 1,0	± 0,04	± 0,04	± 0,09	± 13	13	0,391	0,133	—
18 × 1,0	± 0,04	± 0,04	± 0,09	± 15	16	0,475	0,201	1/2
22 × 1,0	± 0,05	± 0,06	± 0,10	± 15	20	0,587	0,314	3/4
28 × 1,5	± 0,05	± 0,06	± 0,10	± 15	25	1,110	0,491	1
35 × 1,5	± 0,06	± 0,07	± 0,11	± 15	32	1,410	0,804	1 1/4
42 × 1,5	± 0,06	± 0,07	± 0,11	± 15	39	1,700	1,195	1 1/2
54 × 2,0	± 0,06	± 0,07	± 0,11	± 15	50	2,910	1,963	2
64 × 2,0	± 0,07	± 0,10	± 0,15	± 15	60	3,467	2,827	—
76,1 × 2,0	± 0,07	± 0,10	± 0,15	± 15	72,1	4,144	4,083	2 1/2
88,9 × 2,0	± 0,07	± 0,15	± 0,20	± 15	84,9	4,890	5,658	3
108 × 2,5	± 0,07	± 0,20	± 0,30	± 15	103	7,420	8,328	4

* Średnia średnica jest to średnia arytmetyczna z wyników dwóch pomiarów średnicy prostopadłych względem siebie w jednym przekroju poprzecznym w dowolnym miejscu rury.

Tabela 3.3. Typoszerzeg rur miedzianych przeznaczonych do instalacji gazowych (wg DIN 1786)

Średnica zewnętrzna × grubość ścianki	Odchyłka średnicy zewnętrznej		Odchyłka grubości ścianki	Średnica wewnętrzna	Odchyłka długości rury	Masa	Pojemność	Odpowiada rurze stalowej
	miedź miękka	miedź twarda						
[mm]	[mm]	[mm]	[%]	[mm]	[mm/m]	[kg/m]	[dm ³ /m]	[cal]
12 × 1,0	± 0,045	± 0,045	± 13	10	5	0,31	0,079	3/8
15 × 1,0			± 14	13		0,39	0,133	—
18 × 1,0			± 14	16		0,48	0,201	1/2
22 × 1,0	± 0,055	± 0,060	± 15	20	5	0,59	0,314	3/4
28 × 1,5				25		1,11	0,491	1
35 × 1,5	± 0,060	± 0,070	± 23	32	5	1,40	0,804	1 1/4
42 × 1,5			± 23	39		1,70	1,195	1 1/2
54 × 2,0			± 25	50		2,91	1,963	2

Grubość ścianki rur miedzianych stosowanych do wykonywania instalacji gazowych nie jest podyktowana względami wytrzymałościowymi na rozzerwanie, lecz możliwością ich skręcenia lub zgniecenia podczas montażu.

3.1.4. Wymagania mechaniczne

Podstawowe wymagania mechaniczne dotyczące poszczególnych stanów kwalifikacyjnych rur miedzianych można znaleźć w tab. 3.4.

Tabela 3.4. Wymagania wytrzymałościowe

Stan kwalifikacyjny wg EN 1057	Średnica zewnętrzna [mm]	R_m [MPa]	A [%]	Twardość Vickersa HV5*
R220	6÷54	≥ 220	≥ 40	40 ÷ 70
R250	6÷66,7 6÷159	≥ 250	≥ 30 ≥ 20	70 ÷ 100
R290	6÷267	≥ 290	≥ 3	≥ 100

* Wartość orientacyjna

Ponadto, rury twarde o średnicy 12 ÷ 18 mm powinny być poddawane próbie zginania oraz próbie rozłaczania, a rury półtwarde o średnicy 12 ÷ 18 mm – próbie rozłaczania. Po zakończeniu prób rury nie powinny wykazywać widocznych gołym okiem rys ani pęknięć.

3.1.5. Dopuszczalne ciśnienia robocze

Wytrzymałość rur miedzianych na ciśnienie wewnętrzne wynika z ich wytrzymałości na rozciąganie, przyjętych grubości ścianek oraz temperatury pracy. Przyjmując współczynnik bezpieczeństwa równy 4 oraz najniższą wytrzymałość na rozciąganie (miedź w stanie miękkim) otrzymuje się dopuszczalne ciśnienie robocze dla rur miedzianych, w zależności od temperatury pracy (rys. 3.1).

Dopuszczalne wartości ciśnienia roboczego dotyczące rur mie-

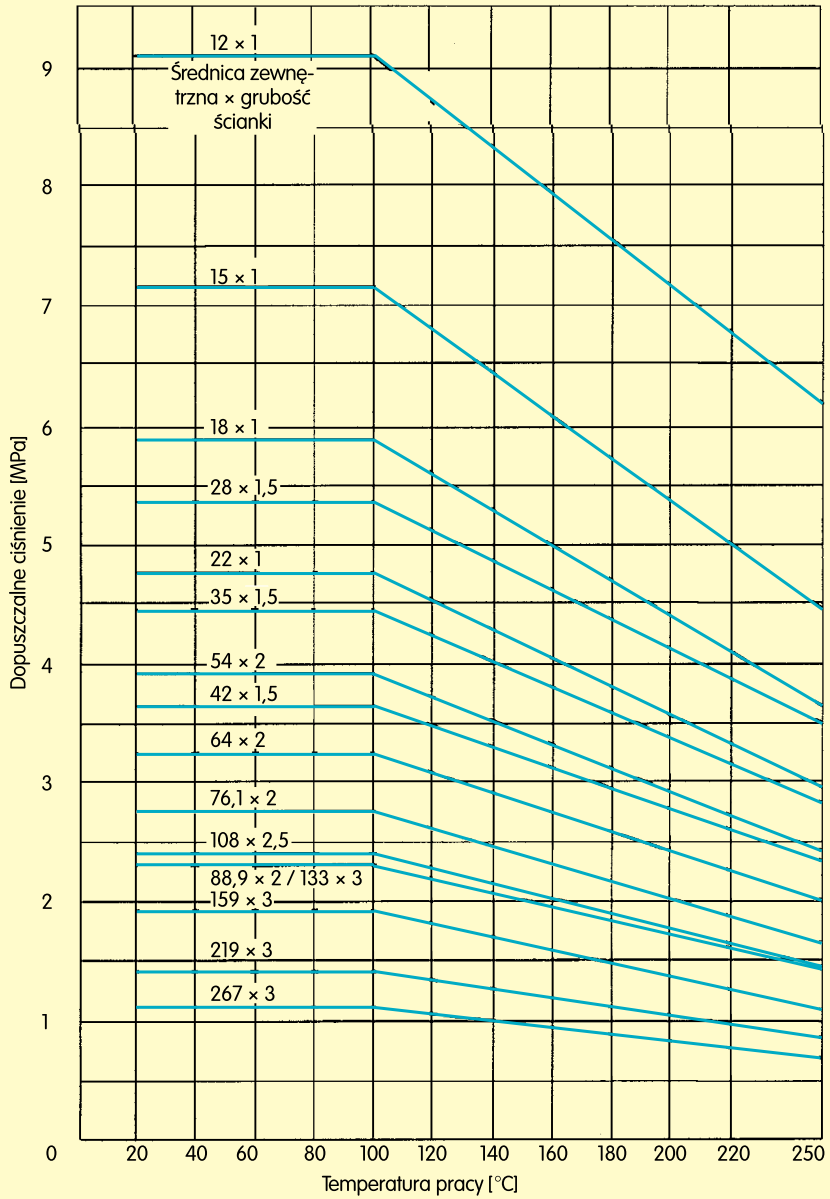


Tabela 3.5. Dopuszczalne ciśnienie robocze – rury miedziane łączone lutem twardym

Temperatura pracy [°C]	Dopuszczalne ciśnienie robocze (w MPa)		
	rury średnicy 12÷28 mm	rury średnicy 35÷54 mm	rury średnicy 64÷108 mm
30	4,0	2,5	1,6
110	1,6	1,0	1,0

3.1.6. Wymagania dotyczące szczelności rur

Wszystkie rury miedziane przeznaczona do instalacji gazowych muszą być szczelne. Producent powinien poddać je jednej z następujących prób szczelności:

- pneumatycznej pod ciśnieniem 0,4 MPa (brak pęcherzyków powietrza po zanurzeniu rury w wodzie – przez co najmniej 10 s),
- hydraulicznej – przez co najmniej 10 s (rury średnicy 12 ÷ 54 mm – pod ciśnieniem wody 3,5 MPa, a rury średnicy 64 ÷ 108 mm – pod ciśnieniem wody 2,5 MPa),
- metodą prądów wirowych.

3.1.7. Oznakowanie, pakowanie, magazynowanie i transport rur miedzianych

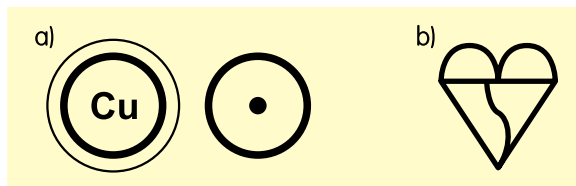
Zgodnie z normą europejską obowiązkiem producenta jest oznakowanie rur, polegające na umieszczeniu wzdłuż tworzącej rury napisu zawierającego:

- numer normy wg której jest wykonana rura (PN-EN 1057),
- średnicę zewnętrzną w mm,
- grubość ścianki w mm,
- stan kwalifikacyjny (oznaczenie twardości),
- znak identyfikacyjny producenta,
- datę produkcji – rok, kwartał lub miesiąc.

Rury średnicy 12 ÷ 54 mm powinny być trwale oznakowane co 0,6 m. Inne rury trzeba oznakować co najmniej na obu końcach. Na przykład: rura w stanie twardym o średnicy 15mm i ściance grubości 1mm wyprodukowana przez *HUTMEN SA* w w listopadzie 1998r. powinna być oznakowana w następujący sposób:

PN-EN 1057 15x1 R290 HUTMEN POLSKA 11 98

W wielu krajach producenci nanoszą na rury również i znaki jakości, np. w Niemczech – DVGW lub RAL, w Wielkiej Brytanii – BSI lub Kitemark (rys. 3.2).



Rys. 3.2. Przykładowe znaki jakości:
 a) niemiecki – RAL
 (z lewej wersja podstawowa, z prawej - uproszczona),
 b) angielski – Kitemark

Zamawiając rury nabywca powinien podać następujące informacje:

- ilość zamawianych rur (w m),
- numer normy (np. *PN EN 1057*),
- oznaczenie stanu kwalifikacyjnego,
- średnicę zewnętrzną × grubość ścianki (w mm),
- długość (np. odcinki proste 3 i 5 m).

Przykład zamówienia:

25 m Rura miedziana PN-EN 1057 R290 15 mm x 1 mm

W normie nie podano wymagań dotyczących pakowania, magazynowania i transportu rur. Producent jest odpowiedzialny za właściwe opakowanie i oznakowanie wyrobu. Rury trzeba przechowywać w czystych i suchych pomieszczeniach, wolnych od szkodliwych par i gazów. Rury luzem powinno się układać na gładkim i czystym podłożu w stosach o wysokości do 0,5 m. Rury o większych średnicach należy układać na spodzie stosów. Stosy rur trzeba zabezpieczyć przed osunięciem słupkami oporowymi. Podczas transportu rury powinny być zabezpieczone przed uszkodzeniem mechanicznym.

Rury w wiązkach należy związać taśmą samoprzylepną co najmniej w trzech miejscach wzdłuż rur. Rury o różnych średnicach powinny być pakowane w oddzielnych wiązkach. Nie należy wsuwać rur o mniejszych średnicach do większych.

Rury w zwojach należy magazynować poziomo do wysokości 1 m.

Rury nieprawidłowo transportowane bądź składowane mogą ulec trwałemu odkształceniu, co utrudnia ich późniejszy montaż.

3.2. Łączniki

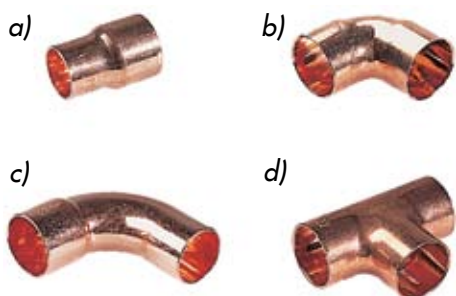
3.2.1. Rodzaje łączników

Do łączenia rur miedzianych ze sobą oraz do zmiany kierunku prowadzenia przewodów stosuje się **kielichowe łączniki miedziane**, a do połączenia z armaturą i odbiornikami gazu – **łączniki przejściowe z brązu i mosiądzu**. Wobec braku Polskich Norm na łączniki do miedzianych instalacji gazowych korzysta się z niemieckiej normy *DIN 2856* i wytycznych *DVGWG2*.

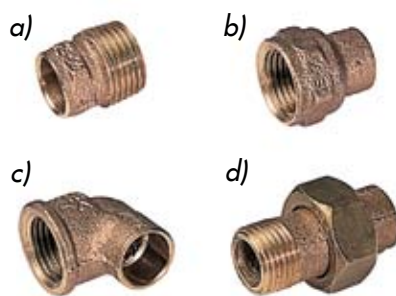
W instalacjach gazowych wolno stosować tylko łączniki wykonane fabrycznie. Niedopuszczalne jest używanie trójników, redukcji i innych odgałęzień wykonanych ręcznie.

Wybór oferowanych łączników miedzianych jest bardzo bogaty. Do podstawowych łączników należą:

- złączki równoprzelotowe i redukcyjne (rys. 3.3a),
- kolana jedno- i dwukielichowe (rys. 3.3b),
- łuki jednokielichowe (rys. 3.3c) i dwukielichowe – o kącie 45° i 90°,
- łuki 180°,
- trójniki równoprzelotowe (rys. 3.3d) i redukcyjne,
- czwórniki,
- korki.



Rys. 3.3. Łączniki miedziane
– objaśnienia w tekście
(fot. Ryszard Piątkowski/WSiP)



Rys. 3.4. Łączniki ze stopów miedzi
– objaśnienia w tekście
(fot. Ryszard Piątkowski/WSiP)

Oprócz popularnych łączników gładkich występuje odmiana łączników miedzianych, zwanych **łącznikami z lutem integralnym**. Mają one charakterystyczne przetłoczenia obwodowe – w połowie głębokości kielichów – z fabrycznie osadzonym pierścieniem lutowniczym.

Wśród **łączników ze stopów miedzi** rozróżniamy:

- złączki proste oraz redukcyjne z gwintem zewnętrznym albo wewnętrznym i końcówką kielichową (rys. 3.4a i b),
- kolana z gwintami i kielichami do lutowania (rys. 3.4c),
- dwuzłączki proste (rys. 3.4d) i kątowe z końcami gwintowanymi i do lutowania,
- łączniki zaciskowe.

W instalacjach gazowych nie wolno stosować łączników gwintowanych z tnącym pierścieniem zaciskowym.

Łączniki miedziane i ze stopów miedzi mają znormalizowane wymiary: średnicę zewnętrzną lub wewnętrzną, długość kielicha i minimalną grubość ścianki. Wszystkie łączniki muszą mieć aprobatę techniczną wydaną przez Instytut Nafty i Gazu w Krakowie, potwierdzoną deklaracją zgodności z aprobatą techniczną wydaną przez producenta.

3.2.2. Wymagania materiałowe

Wymagania materiałowe dotyczące łączników miedzianych są takie same jak dla rur miedzianych, tzn. łączniki te muszą być wykonane **z miedzi odtlenionej fosforem**, o oznaczeniu Cu-DHP wg normy *ISO 1190-1*.

Stopy miedzi do produkcji łączników muszą mieć skład chemiczny gwarantujący odporność na odcynkowanie*, dlatego w instalacjach gazowych zaleca się stosowanie **łączników z brązu**. Do ich wykonania stosuje się materiał B-663 (wg *PN-91/H-87026*), który odpowiada materiałowi CuSn5ZnPb (wg *DIN 1705*) oraz CuPb5Sn5Zn5 (wg *pr EN 133/80*).

Łączniki mosiężne do instalacji gazowych stosuje się tylko wtedy, gdy nie biorą one bezpośredniego udziału w procesie lutowania, gdyż likwidus** lutu twardego (710÷880°C) jest bliski temperaturze wrzenia cynku (906°C), co może spowodować zniszczenie, odkształcenie, a nawet parowanie cynku.

* Odcynkowanie – selektywna, miejscowa korozja stopów zawierających cynk, na skutek której cynk zostaje wydzielony, a pozostałe składniki pozostają nienaruszone. Najczęstsze jest odcynkowanie mosiądzów.

** Likwidus – wykres temperatury początku odwracalnej krystalizacji stopu w zależności od jego składu.

Do produkcji łączników mosiężnych stosuje się materiał MO 58A (wg PN-92/H-87025), co odpowiada CuZn40Pb2 (wg DIN 17660). Nie wolno stosować w instalacjach gazowych z miedzi łączników z mosiądzu MO 59. Mosiądze o zawartości ołowiu przekraczającej 5% nie nadają się do lutowania.

Badanie przeprowadzone metodą hydrauliczną (wg DIN 2856) powinno potwierdzić szczelność:

- łączników z miedzi o średnicy do 54 mm poddanych działaniu wody o ciśnieniu 8 MPa lub łączników o większej średnicy przy ciśnieniu 4 MPa,
- łączników z brązu o średnicy do 54 mm poddanych działaniu wody o ciśnieniu 2 MPa.

3.2.3. Wymagania wymiarowe

Zasada lutowania kapilarnego narzuca kształt łączników, natomiast grubość ścianek wynika z warunków wytrzymałości analogicznych jak dla rur oraz technologii wykonania. W normach nie narzucono grubości ścianek łączników, określono jedynie ich grubość minimalną – nieco mniejszą od grubości ścianki rury miedzianej odpowiedniej średnicy. Normowane są tylko wymiary, od których zależy szczelność i trwałość połączeń, tzn.:

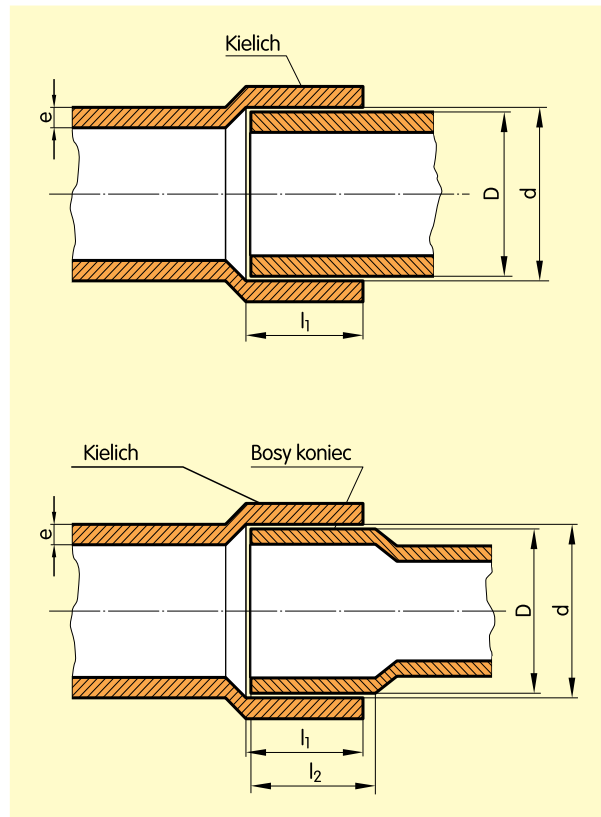
- średnica wewnętrzna i głębokość kielicha,
- średnica zewnętrzna i długość bosej końcówki,
- minimalna grubość ścianki,
- minimalna średnica otworu przelotowego.

Łączniki do połączeń kapilarnych. Wszystkie łączniki do lutowania kapilarnego służą do tworzenia połączeń nierozłącznych. Wymiary wewnętrzne kielichów łączników i zewnętrzne rur oraz ich tolerancje wymiarowe są tak dobrane, aby – po włożeniu bosego końca rury lub łącznika do kielicha – między łączonymi elementami zawsze pozostała szczelina kapilarna. W złączach elementów o średnicy nominalnej do 54 mm szczelina ta powinna wynosić $0,02 \div 0,30$ mm. Podstawowe wymiary łączników do lutowania kapilarnego podano w tab. 3.6 oraz na rys. 3.5.

Pomiar kontrolny wymiarów łącznika należy wykonywać sprawdzianem przechodnim i nieprzechodnim lub przyrządem o dokładności 0,01 mm. Grubość ścianek mierzy się śrubą mikrometryczną lub ultradźwiękowym miernikiem grubości.

Tabela 3.6. Wymiary (w milimetrach) łączników do lutowania kapilarnego

Średnica kielicha (wewnętrzna d) lub bosego końca (zewnętrzna D)	Dopuszczalne odchyłki wymiarowe średnicy		Minimalna długość		Grubość ścianki łącznika		Szerokość szczeliny lutowniczej	
	kielicha	bosego końca	kielicha, bosego końca l_1	bosego końca l_2	z miedzi	z brązu, tłoczonego	minimalna	maksymalna
12	+ 0,155	±0,045	10	12	0,6	1,1	0,02	0,20
15	+ 0,065		12	14	0,7	1,2		
18			14	16	0,8	1,4		
22	+ 0,185	±0,055	17	19	0,9	1,4	0,02	0,24
28	+ 0,075		20	22	0,9	1,5		
35	+ 0,23	± 0,07	25	27	1,0	1,6	0,02	0,30
42	+ 0,09		29	31	1,1	1,8		
54			34	36	1,2	2,0		
64		± 0,07	35	38	1,4	2,3	0,03	0,40
76,1	+ 0,33		36	39	1,6	2,6		
88,9	+ 0,10		40	43	1,8	2,9		
			50	53	2,1	3,3		
108								

**Rys. 3.5.** Wymiary łączników lutowanych

d – średnica wewnętrzna kielicha, D – średnica zewnętrzna bosego końca, e – grubość ścianki, l_1 – długość kielicha, l_2 – długość bosego końca

Łączniki przejściowe z końcówkami gwintowanymi. Łączniki z brązu z końcówkami gwintowanymi powinny spełniać następujące wymagania:

- do połączeń z uszczelnieniem na gwincie – gwinty zewnętrzne stożkowe 1:16 odpowiadające rurowym stożkowym R (według *PN-ISO 228-1*), wewnętrznie równoległe, odpowiadające rurowym walcowym G (według *PN-ISO 7-1*),
- do połączeń z uszczelnieniem na płaszczyźnie czołowej – gwinty wewnętrznie równoległe, odpowiadające rurowym walcowym G (według *PN-ISO 7-1*).

Tabela 3.7. Minimalne grubości ścianek łączników z końcówkami gwintowanymi

Średnica gwintu	[cal]	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$
Odpowiadająca średnica nominalna	[mm]	12	15	22	28	35	42	54	64
Minimalna grubość ścianki łączników wyciskanych e_{min}	[mm]	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0

Kąt sfazowania krawędzi otworu z gwintem wewnętrznym powinien wynosić co najmniej 90° . Minimalną grubość ścianek łączników z końcówkami gwintowanymi przedstawiono w tab. 3.7.

Do uszczelniania połączeń gwintowanych należy stosować taśmy teflonowe lub pasty uszczelniające. Nie wskazane jest stosowanie włókna konopnego, gdyż podczas skręcania łączników z brązu zsuwa się ono z gładkich powierzchni gwintu.

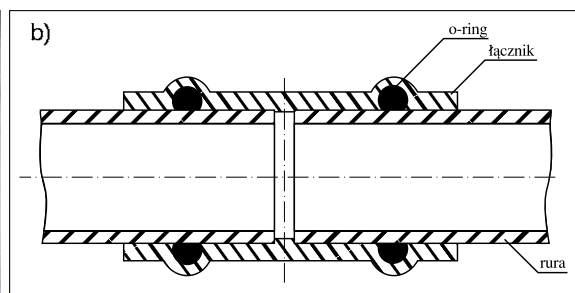
Łączniki zaciskowe. W instalacjach wykonywanych z rur miedzianych mogą być stosowane łączniki zaciskowe o różnej konstrukcji i zasadzie działania. Stosowane są chętnie przez instalatorów, przede wszystkim w trudnych warunkach montażowych. Ze względu na łatwy montaż łączniki wykorzystuje się przy różnego rodzaju pracach remontowych, w miejscach trudno dostępnych – gdy zastosowanie palnika jest niedozwolone. Złączki produkowane są ze stopów miedzi wysokiej jakości, odpornej na odcynkowanie. Klasyczna złączka zaciskowa składa się z mosiężnego korpusu (z wbudowanym ogranicznikiem), do którego wsuwana jest rura, pierścienia zaciskającego o rozmiarze dopasowanym do zewnętrznej średnicy rury i mosiężnej nakrętki dociskającej.



Rys. 3.6. Części składowe łącznika zaciskowego

Montaż wymaga jedynie niewielkiego przygotowania rury, a jedynym narzędziem do wykonania połączenia są klucze płaskie. Dokręcenie nakrętki łączącej powoduje zaciśnięcie na rurze specjalnie ukształtowanego pierścienia, tworząc mocne połączenie.

Jedną z odmian łączników zaciskowych są łączniki zaprasowywane („obciskane”) o różnych konstrukcjach. Łączniki te posiadają uformowany wewnątrz łącznika rowek, w którym umieszczona jest elastyczna uszczelka. Uszczelki do gazu wykonywane są z wysokojakościowego elastomeru odpornego na starzenie się i nie tracącego sprężystości. Po obciśnięciu łącznika wokół wsuniętej rury za pomocą specjalnej prasy tworzy się szczelne nierozłączne połączenie.



Rys. 3.7. Łącznik obciskany: a - stan przed zainstalowaniem, b - schemat po zainstalowaniu

W łącznikach zaprasowywanych tak jak i w innych zaciskowych normowana jest:

- minimalna grubość ścianki,
- minimalna średnica przekroju poprzecznego łącznika.

Tabela 3.8. Wymiary łączników zaciskowych [mm]

Średnica nominalna rury wprowadzonej do łącznika	Minimalna grubość ścianki		Minimalna średnica otworu przelotowego
	Miedź i stopy miedzi do przeróbki plastycznej	Odlewnicze stopy miedzi	
8	1,0	1,0	6,0
10	1,0	1,0	7,0
12	1,1	1,1	9,0
15	1,2	1,2	11,0
18	1,4	1,4	14,0
25	1,5	1,5	18,0
28	1,6	1,8	23,0
35	1,8	1,8	29,0
42	1,9	2,0	36,0
54	2,0	2,3	47,0
64	2,6	2,4	55,0
76,1	2,6	2,8	65,0
88,9	2,9	3,1	76,0
108	3,3	3,5	92,0

Instalacje gazowe zaprasowywane nie mogą być układane w ziemi, natomiast nie ma żadnych ograniczeń do ich montażu na zewnątrz budynków. Prowadzenie złączy zaciskowych poprzedzone było dokładnymi badaniami. Obecnie złącza zaciskowe dopuszczalne są do stosowania w instalacjach gazu ziemnego, instalacjach propanu, butanu i ich mieszanin w prawie wszystkich krajach Unii Europejskiej. Wyjątek stanowi Polska, gdzie przepisy „Prawa budowlanego” nie zezwalają na stosowanie złączy zaciskowych w instalacjach gazowych.

3.2.4. Wymagania dotyczące jakości powierzchni łączników

Powierzchnie zewnętrzne i wewnętrzne łączników powinny być czyste, wolne od produktów utleniania oraz uszkodzeń mechanicznych, rys, zgnieceń. Maksymalna ilość węgla lub smaru na wewnętrznej powierzchni łącznika nie może przekraczać 1 mg/dm^2 . Łączniki z brązu nie mogą mieć wad odlewniczych ani po obróbce mechanicznej. Krawędzie końcówek powinny być zaokrąglone i od wewnątrz ścięte.

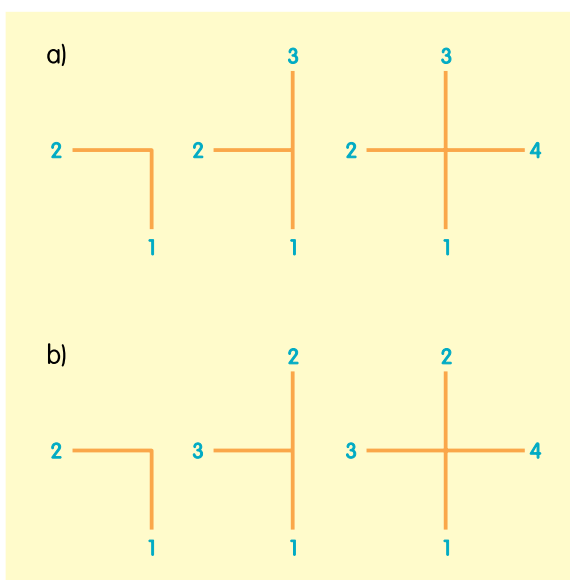
3.2.5. Oznakowanie łączników

Każdy łącznik powinien być oznakowany czytelnie i trwale:

- znakiem firmowym lub nazwą producenta,
- średnicą nominalną rury, która do niego pasuje lub wymiarem gwintu (łączniki z gwintem),
- znakiem jakości, jeżeli taki został przyznany przez stowarzyszenie lub instytut (np. DVGW, KIWA).

W zamówieniu należy podać m.in.:

- nazwę łącznika,
- nominalne średnice końcówek.



Rys. 3.8. Kolejność oznaczania łączników:

- a) w Niemczech,
- b) w Wielkiej Brytanii

Producenci łączników miedzianych w różny sposób oznaczają kolejność wymiarów końcówek. Na rysunku 3.8 pokazano przykłady kolejności oznaczeń stosowanych w Niemczech oraz w Wielkiej Brytanii. W Polsce zaleca się stosowanie standardów niemieckich (rys. 3.8a).

3.2.6. Magazynowanie i transport łączników

W normie europejskiej nie określono sposobu pakowania łączników. Łączniki pakuje się do pudełek kartonowych lub torebek z folii tworzywowej. W każdym opakowaniu powinien znajdować się tylko jeden rodzaj łączników. Na opakowaniu należy umieścić ta-

kie informacje jak: nazwę producenta, nazwę i symbol łączników, wymiary, liczbę sztuk, znak kontroli jakości.

Łączniki magazynuje się w pomieszczeniach suchych, czystych, wolnych od szkodliwych par i gazów.

Łączniki transportuje się w opakowaniach zbiorczych, tzn. pudłach kartonowych lub innych sztywnych pojemnikach zamkniętych, których masa nie powinna przekraczać 20 kg. Opakowanie zbiorcze powinno zawierać łączniki jednorodne pod względem materiału, typu, odmiany i wielkości.

Do każdej partii łączników powinien być dołączony przez producenta certyfikat wystawiony przez jednostkę kwalifikacyjną albo deklaracja zgodności wystawiona przez dostawcę.

3.3. Materiały do lutowania twardego

3.3.1. Luty

Rury miedziane stosowane do budowy instalacji gazowych, ze względu na ochronę przeciwpożarową, należy łączyć wyłącznie lutem twardym o temperaturze topnienia powyżej 650°C. Na jakość połączeń decydujący wpływ ma skład lutu, a przede wszystkim jego właściwości zwilżające i oczyszczające, które umożliwiają – przy odpowiedniej szczelinie kapilarnej – płynięcie i przyleganie lutu do powierzchni łączonego materiału. Spoiwa do lutowania twardego występują w postaci drutów lub cienkich prętów. Rodzaje lutów twardych stosowanych do instalacji gazowych przedstawiono w tab. 3.9.

Do lutowania instalacji gazowych trzeba stosować luty wyprodukowane zgodnie z normą (np. *DIN 8513*), mające deklarację zgodności lub odpowiedni certyfikat. Luty powinny być odpowiednio opakowane, a opakowanie oznakowane (przedmiot, nazwa producenta, oznaczenia lutu, informacja o jego toksyczności, norma wg której go wyprodukowano).

Zgodnie z tab. 3.9 **do lutowania twardego łączników z miedzi** (mających certyfikat lub aprobatę techniczną) stosuje się:

- luty fosforowe (CuP) bez topnika,
- luty srebrne (AgCuZn) z topnikiem.

Do lutowania twardego łączników z brązu i mosiądzu (mających certyfikat lub aprobatę techniczną) stosuje się:

- luty srebrne (AgCuZn) z topnikiem,
- luty fosforowe (CuP) z topnikiem.

Tabela 3.9. Spoiwa i topniki stosowane do lutowania twardego instalacji gazowych z miedzi (wg DIN 8513)

Typ lutu	Oznaczenie lutu (wg <i>DIN 8513</i>)	Skład chemiczny	Zakres temperatury topnienia [°C]	Minimalna temperatura lutowania [°C]	Użycie topnika (wg <i>DIN 8511</i>)
AgCuZn	L-Ag45Sn	45% Ag 27% Cu 25% Zn 3% Sn	640÷680	670	F-SH1
	L-Ag44	44% Ag 30% Cu 26% Zn	640÷740	730	
	L-Ag34Sn	34% Ag 36% Cu 27% Zn 3% Sn	630÷730	710	
CuP	L-Ag2P	2% Ag 6% P 92% Cu	650÷810	710	nie potrzeba topnika*
	L-CuP6	6% P 94% Cu	710÷880	730	

* Zastosowanie lutu fosforowego (CuP) do lutowania łączników z mosiądzu i brązu jest możliwe wyłącznie w połączeniu z topnikiem.

Stosując luty zawierające srebro zawsze należy dodawać topnik. Nie wymagają topnika luty z zawartością fosforu, stosowane do lutowania łączników z miedzi, nawet jeśli w ich składzie jest niewielka ilość srebra (np. L-Ag2P). Do lutowania łączników z mosiądzu lub brązu lutami fosforowymi (CuP) zawsze należy stosować odpowiedni topnik.

W instalacjach gazowych nie wolno stosować lutów z zawartością kadmu ani luźnych pierścieni lutowniczych (kadm i jego opary są szkodliwe dla zdrowia).

Przed stosowaniem każdego lutu trzeba zapoznać się z zaleceniami producenta.

3.3.2. Topniki

Topnik spełnia w procesie lutowania bardzo ważną funkcję: chroni łączone powierzchnie, wcześniej oczyszczone do metalicznego połysku, przed utlenianiem wskutek podgrzewania. Zapewnia więc dobre zwilżanie tych powierzchni stopionym spoiwem. Ponieważ topnik narusza powierzchnie elementów miedzianych (wykazuje właściwości korozyjne), więc podaje się go tuż przed rozpoczęciem lutowania. Należy stosować go ostrożnie, nakładając cienką warstwę tylko na koniec rury, na długości nie większej niż głębokość kielicha. Nadmiar topnika po lutowaniu należy dokładnie usunąć, wycierając okolice złącza.

W topnikach do lutowania twardego występują głównie: kwas borowy, boraks, fluorki i fluoroborki. Do lutów twardych należy stosować topniki wyprodukowane zgodnie z normą (np. *DIN 8511*), właściwie oznaczone (jak luty) i mające odpowiedni certyfikat lub deklarację zgodności. Najlepiej jest stosować luty i topniki tego samego producenta. Do lutów twardych odpowiedni jest topnik o oznaczeniu F-SH1 (F – topnik, S – przeznaczony do lutowania metali, H – twardy, 1 – stopień wytrawiania materiału).



Rys. 3.9. Zestaw materiałów do lutowania twardego

Do łączenia instalacji gazowych nie należy używać past lutowniczych, tzn. mieszanek złożonych z topnika i sproszkowanego lutu.

Na rysunku 3.9 przedstawiono odpowiednio oznakowany zestaw materiałów do lutowania twardego.

4. Technika obróbki i łączenia rur miedzianych

4.1. Cięcie

Cięcie rur miedzianych z uwagi na stosunkowo cienkie ścianki nie stwarza praktycznie trudności, jest szybkie i proste. Można je wykonać nawet drobnozębłą piłką do metali, ale zalecany narzędnikiem jest obcinarka krążkowa (opisana w p. 5.1). Jej użycie zapewnia prostopadłość płaszczyzny cięcia do osi rury, gładkość krawędzi cięcia i powstawanie gratu jedynie od wewnątrz rury. Wymagane jest oczywiście usuwanie gratu po cięciu, aby uzyskać całe światło przewodu. Do usuwania gratu używa się prostego narzędzia przypominającego skrobak. Należy przy tym unikać powstania fazy na końcu rury, która przeszkadza później w wykonywaniu połączenia. Optymalny rezultat cięcia osiąga się zwykle przy 5-, 6- lub 7-krotnym obrocie obcinarki wokół osi rury i stopniowym wprowadzaniu jej noża – z każdym obrotem coraz głębiej w materiał rury. Zbyt głębokie wprowadzenie noża w materiał spowoduje owalizację przekroju miękkiej rury miedzianej lub uszkodzenie noża krążkowego – jeśli rura jest twarda. Zdeformowane końce rury zaleca się obciąć, w ostateczności poddać kalibracji.

4.2. Gięcie

Duża plastyczność miedzi oraz podatność na kształtowanie daje możliwość łatwego gięcia rur. Pozwala to na dopasowanie instalacji do wnętrza pomieszczenia, ograniczenie zużycia łączników kształtowych, a tym samym zmniejszenie liczby połączeń. Technika gięcia rur miękkich i twardych jest różna i zależy od średnicy rury. Do gięcia wszystkich rur twardych, dostarczanych w odcinkach prostych, używa się odpowiednich narzędzi. W zależności od zastosowanej giętarki wyróżniamy następujące sposoby gięcia tych rur:

- na zimno,
- po wyżarzaniu zmiękcującym,
- na gorąco.

Rury twarde o średnicy nominalnej do 15 mm **gnie się na zimno**, zachowując promień gięcia 3÷6 średnic zewnętrznych. Minimalny promień gięcia rury o średnicy 15mm i ściance grubości 1mm wynosi 52,5mm.

Do gięcia rur o średnicy większej od 15 mm konieczne są już specjalistyczne narzędzia, zwiększa się też pracochłonność wykonania tej operacji.

Gięcie po wyżarzeniu zmiękczającym wymaga następujących czynności:

- trasowania obszaru gięcia i grzania,
- równomiernego podgrzania rury na długości strefy grzania do temperatury ok. 650°C (ciemnoczerwony kolor), tak aby jej nie przegrzać,
- swobodnego schłodzenia rury,
- powolnego zginania o ok. 10° ponad żądany kąt gięcia i skorygowania go do określonej wartości.

Gięcie na gorąco polega na:

- trasowaniu obszaru gięcia i grzania,
- wypełnieniu rury suchym piaskiem,
- zamknięciu rury drewnianym korkiem,
- równomiernym podgrzaniu rury w całym obszarze gięcia do temperatury 650°C oraz powolnym zgięciu jej o ok. 10° ponad żądany kąt gięcia, a następnie skorygowaniu go do wyznaczonej wartości,
- usunięciu piasku i swobodnym schładzaniu rury.

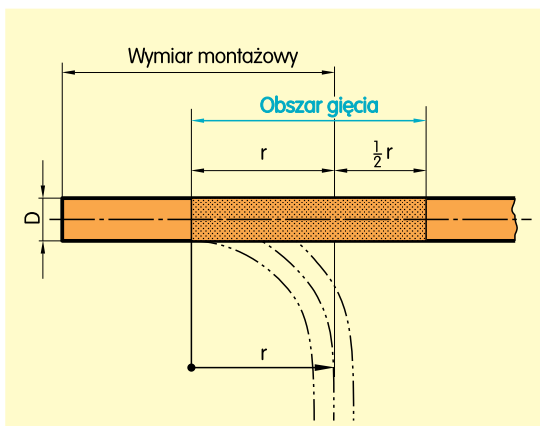
Tabela 4.1. Minimalny promień gięcia rur twardych

Średnica zewnętrzna D [mm]	Minimalny promień gięcia r	Metoda gięcia
≤ 15	$3,5 D$	na zimno; giętarką
18	$4 D$	na zimno; giętarką
≥ 22	$4\text{--}5 D$	na gorąco z wypełniaczem lub po wyżarzeniu; giętarką

Grzanie wykonuje się za pomocą palnika acetylenowo-powietrznego, acetylenowo-tlenowego lub propano-butanowego. Należy pamiętać o odpowiednim doborze końcówki palnika, zależnie od średnicy rury oraz takim ustawieniu płomienia, aby uniknąć przegrzania materiału. Wymagane promienie gięcia rury w zależności od średnicy rury miedzianej przedstawiono w tab. 4.1.

Wyżarzanie zmiękczające przebiega dokładnie w ten sam sposób jak grzanie.

Bardzo ważną czynnością jest **trasowanie obszaru grzania i gięcia**. Zasadę wyznaczania przebiegu osi giętej rury oraz trasowania obszaru gięcia przedstawiono na rys. 4.1.



Rys. 4.1. Wyznaczanie położenia osi giętej rury i trasowanie obszaru gięcia

4.3. Kielichowanie

Kielichowanie umożliwia wykonanie połączenia dwóch rur miedzianych o równych średnicach, bez użycia fabrycznie wykonanego, znormalizowanego łącznika dwukielichowego. Wykonanie kielichów do połączeń kapilarnych na rurach miękkich nie przedstawia większych trudności. Kielichowanie rury twardej należy poprzedzić wyżarzaniem zmiękczającym (por. p. 4.2). Kielichy wykonane na rurach muszą spełniać wymagania odnośnie wymiaru i tolerancji średnicy wewnętrznej łączników (por. tab. 3.6). Szerokość szczeliny między łączonymi elementami nie może być mniejsza niż 0,02mm, nie może też przekraczać 0,3mm (rury średnicy do 54mm) lub 0,4mm (rury średnicy powyżej 54mm). Przestrzeganie tych wymogów zapewnia utworzenie złącza kapilarnego. Minimalna długość kielichów, która zapewnia wytrzymałość otrzymanego złącza nie może być mniejsza od wartości podanych w tab. 3.6.

4.4. Połączenia

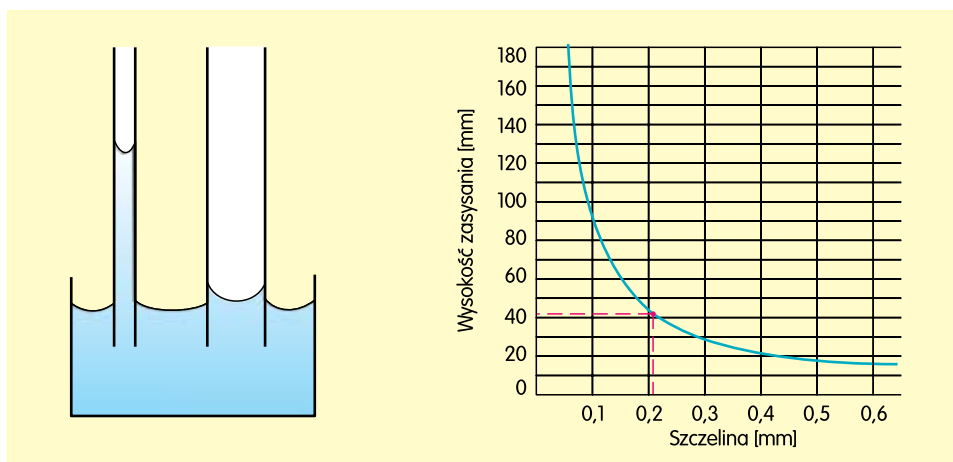
4.4.1. Połączenia nierozłączne

Połączenia nierozłączne w instalacjach rur miedzianych można uzyskać, stosując lutowanie miękkie i twarde, spawanie, lutowanie, łączniki proste z gwintem lub łączniki zaciskowe.

Podstawową techniką łączenia rur miedzianych jest lutowanie z użyciem lutu twardego (lutowanie twarde) lub lutu miękkiego (lutowanie miękkie). Wielkością rozgraniczającą te dwa rodzaje lutowania jest temperatura topnienia lutu równa 450°C. W insta-

lacjach gazowych dopuszcza się wyłącznie **połączenia lutem twardym**. Ta metoda łączenia zapewnia bezpieczeństwo wykonywanych złączy. Dzięki zastosowaniu spoiw o temperaturze spływu niższej niż temperatura topnienia materiałów łączonych uzyskuje się fizyczną ciągłość połączenia. Lutowanie charakteryzuje ponadto mała pracochłonność, w porównaniu z innymi technikami łączenia, oraz łatwość wykonania.

Lutowanie rur miedzianych jest wykonywane metodą kapilarnego połączenia kielichowego, tzn. że szczelina między łączonymi elementami musi być tak mała i równomierna, aby powstał efekt kapilarny, zwany również zjawiskiem włoskowatości. Istotę tego zjawiska oraz wysokość wznoszenia lutu w zależności od wielkości szczeliny pokazano na rys. 4.2.



Rys. 4.2. Zjawisko włoskowatości oraz wysokość wznoszenia lutu w zależności od wielkości szczeliny

W procesie lutowania wykorzystane jest także zjawisko dyfuzji, tzn. wzajemne przenikanie cząsteczek łączonych elementów i lutu, zależne od stopnia nagrzania łączonych elementów, czasu lutowania, przewodnictwa cieplnego metali oraz stanu lutowanych powierzchni. Materiały potrzebne do lutowania to lut oraz topnik lutowniczy (por. p. 3.3).

Przygotowanie elementów do lutowania zaczyna się od cięcia rury miedzianej (zawsze z zachowaniem prostokątności krawędzi cięcia do osi rury). Krawędź rury po cięciu musi być pozbawiona gratów zewnętrznych jak i wewnętrznych. Ich pozostawienie uniemożliwi prawidłowe wykonanie złącza. Zdeformowane końce rury zaleca się obciąć, w ostateczności poddać kalibracji. Przy prawidłowym przecinaniu, składowaniu i transportowaniu rur nie ma potrzeby ich kalibrowania. Powierzchnie złącza (wewnętrzna

powierzchnia kielicha i zewnętrzna końca rury) bezpośrednio przed kalibrowaniem trzeba wyczyścić do metalicznego połysku celem usunięcia wszystkich zabrudzeń i tlenków.

Do czyszczenia zaleca się używać:

- włókniny tworzywowe,
- węglę stalową,
- szczotki stalowe rdzeniowe (do kielichów) i pierścieniowe (do końców rur),
- papier ścierny o ziarnistości 240.

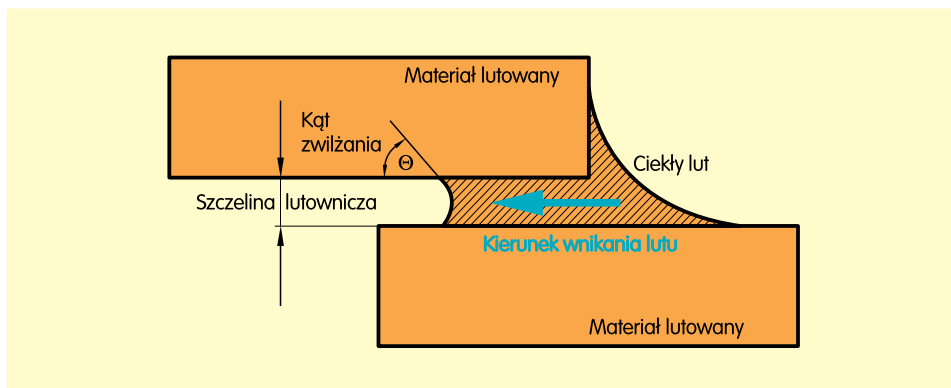
Pozostałości po czyszczeniu powinny być starannie usunięte.

Czyszczenie chemiczne miedzi i mosiądzu można przeprowadzić w zimnym 5÷15-procentowym wodnym roztworze kwasu siarkowego(VI). Powierzchnię należy odtłuścić trójchlorkiem etylu lub alkoholem etylowym. Dokładne oczyszczenie powierzchni połączenia ma istotne znaczenie dla przebiegu następnych etapów lutowania: zwilżenia powierzchni topnikiem i lutowania, a w rezultacie – dla wytrzymałości i szczelności złącza.

Lutowanie twarde jest prowadzone w temperaturze powyżej 450°C z zastosowaniem odpowiednich spoiw. Przebieg tej operacji jest następujący:

- sprawdzenie i w miarę potrzeby kalibrowanie łączonych elementów,
- oczyszczenie bosego końca rury oraz kielicha,
- nałożenie topnika na bosi koniec rury, w miejscach gdzie jest to wymagane,
- wsunięcie końca rury w kielich do wyczuwalnego oporu,
- równomierne podgrzanie złącza do temperatury nieco wyższej od punktu topnienia spoiwa,
- podanie spoiwa od krawędzi kielicha (spoiwo topiąc się przy kontakcie z podgrzaną rurą wciągane jest w szczelinę kapilarną – aż do jej wypełnienia),
- ochładzanie złącza oraz usunięcie resztek topnika z obszaru złącza.

Schemat powstawania połączenia lutowanego pokazano na rys. 4.3. W celu dostarczenia do złącza odpowiedniej ilości ciepła bardzo ważne jest operowanie palnikiem. Ogrzewanie złącza należy zaczynać od rury. Następnie płomień przemieszcza się w kierunku złączki, ogrzewając na przemian złączkę i rurę aż do wyrównania temperatury łączonych elementów, nieco powyżej temperatury spływu lutu. Można wówczas zacząć podawać lut, pamiętając żeby nie kierować na niego płomienia. Podczas lutowania cały czas trzeba obserwować spoinę oraz kontrolować



Rys. 4.3. Schemat powstawania połączenia lutowanego

wypełnienie lutem. Pojawienie się kropli lutu na krawędzi kielicha usytuowanego poziomo lub wypływkę na krawędzi kielicha usytuowanego pionowo sygnalizuje prawidłowe wypełnienie szczeliny. Ogrzewając palnikiem złącza większej średnicy trzeba – oprócz ruchów wzdłuż osi złącza – prowadzić go po obwodzie rury oraz łącznika.

Nie wolno dopuścić do miejscowego przegrzania łączonych elementów. Miejsca przegrzane są w późniejszej eksploatacji najbardziej narażone na korozję.

Lutując łączniki trzeba pamiętać o zachowaniu kolejności wykonywania złączy i zacząć od zlutowania najniżej położonego.

Skuteczność lutowania zależy od wielkości szczeliny kapilarnej, temperatury do jakiej zostały podgrzane łączone elementy i jakości lutu mającego odpowiednie właściwości zwilżające oraz wysoką wytrzymałość mechaniczną i termiczną.

Spawanie może być stosowane do łączenia rur miedzianych pod warunkiem, że:

- rury są gatunku SF-Cu,
- grubość ścianki rury wynosi co najmniej 1,5 mm.

Do spawania miedzi stosuje się trzy metody:

- spawanie gazowe,
- spawanie metodą TIG (spawanie elektrodą topliwą w osłonie gazu obojętnego),
- spawanie metodą MIG (spawanie elektrodą nietopliwą zasilaną prądem stałym, z dodatkowym spoiwem w postaci drutu, w osłonie gazu obojętnego).

Tabela 4.2. Druty spawalnicze do złączy rur miedzianych

Oznaczenie wg <i>DIN 1733</i>	Skład	Przedział topnienia [°C]	Spawanie
SG-CuAg	99% Cu 1% Ag	1070÷1080	gazowe TIG
SG-CuSn	98% Cu	1020÷1050	TIG MIG

Na budowie do spawania używa się palnika acetylenowo-tlenowego. Jako drut spawalniczy zaleca się stosować materiały z tab. 4.2.

Rury miedziane o jednakowej średnicy mogą być, po należytej obróbce końców, łączone za pomocą **lutospawania**. Połączenie to jest stosowane w razie niebezpieczeństwa topienia końcówek podczas spawania. Polega ono na połączeniu elementów w szczelinie lutowniczej w kilku etapach, przy zastosowaniu metod podobnych do spawania. Temperatura spływania topników jest większa od 450°C. Do lutospawania stosuje się:

- palnik acetylenowo-tlenowy lub propanowo-tlenowy,
- lut ze stopu miedzi (np. specjalny mosiądz z krzemem),
- topnik (mieszanki boraksu i kwasu borowego).

W instalacjach gazowych **nie wolno stosować nierozłącznych połączeń zaciskowych**.

4.4.2. Połączenia rozłączne

Połączenia rozłączne można uzyskać za pomocą **łączników gwintowanych z brązu lub mosiądzu**. Jako materiał uszczelniający stosuje się przede wszystkim taśmy teflonowe wymaganej grubości, przeznaczone do instalacji gazowych, pasty uszczelniające lub odpowiednie włókno konopne.

4.5. Czyszczenie i kontrola połączeń

Po zakończeniu lutowania całą instalację należy przedmuchać sprężonym powietrzem (nie zawierającym oleju) lub gazem obojętnym (azot, argon), aby usunąć ewentualne zanieczyszczenia. Kontrola połączeń polega na ocenie wizualnej, sprawdzeniu czy występuje wypływka na całym obwodzie krawędzi kielicha i czy złącze zostało właściwie wypełnione lutem.

Wadliwe połączenia należy wyciąć i wykonać nowe.

5. Narzędzia do obróbki i łączenia rur miedzianych

5.1. Rodzaje narzędzi

Operacje związane z obróbką i łączeniem rur miedzianych, opisane w rozdz. 4, wykonuje się za pomocą odpowiednich narzędzi i urządzeń. Są to:

- piłki do metalu z drobnozębnyimi brzeszczotami,
- obcinarki krążkowe (ze stałymi lub ruchomymi rolkami podpierającymi),
- gratowniki zewnętrzne i wewnętrzne,
- kalibrowniki,
- ekspandery do wykonywania kielichów,
- materiały czyszczące (drobnoziarnisty papier ścierny, wełna stalowa, włókno tworzywowe, szczotki druciane, tkanina),
- giętarki ręczne i hydrauliczne z napędem mechanicznym,
- palniki z butlą na propan-butan i powietrze, propan-butan i tlen, acetylen i powietrze,
- zapalacz do gazu,
- osłony metalowe ze szczeliną powietrzną, maty z włókna węglowego,
- klucz grzechotka,
- sprężarka lub butla z gazem obojętnym (np. azot, argon),
- aparat do wykrywania nieszczelności instalacji,
- młotek, kombinerki,
- okulary ochronne.

Wszystkie narzędzia powinny być wykonane w systemie metrycznym.

5.2. Cięcie, gratowanie i kalibrowanie

Najodpowiedniejszymi narzędziami do cięcia rur miedzianych są **obcinarki krążkowe**, dostępne w całym zakresie średnic do 108 mm. Budowa obcinarek krążkowych jest oparta na jednej z dwóch zasad:

- stałych rolkach podpierających oraz ruchomo osadzonym wymiennym nożu krążkowym,
- obrotowym nożu krążkowym zamocowanym na stałe oraz ruchomych rolkach podpierających (rys. 5.1).

Rys. 5.1. Obcinarki krążkowe: u góry – obcinarka z obrotowym nożem krążkowym zamocowanym na stałe oraz ruchomymi rolkami, u dołu – obcinarka o stałych rolkach podpierających oraz ruchomo osadzonym, wymiennym nożu krążkowym



Produkowane są również miniobcinarki krążkowe przeznaczone do cięcia rur o średnicy maksymalnej 22 lub 28 mm, układanych w wymuszonej pozycji (na ścianach, w bruzdach).

W obcinarkach krążkowych zawsze można wymienić nóż krążkowy, co ma istotne znaczenie, jeżeli chce się uzyskać właściwe krawędzie cięcia rury.

Wszystkie operacje związane z cięciem rur można wykonać bez mocowania ich w imadle monterskim. Jeżeli jednak zachodzi taka konieczność, to należy zabezpieczyć rury przed deformacją, np. zamontować szczęki imadła z odpowiednimi gniazdami o przekroju kołowym.

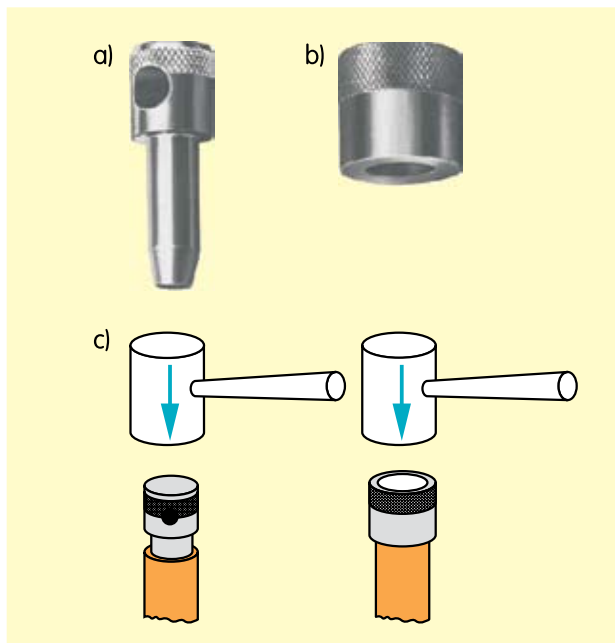
Czynnościami kończącymi operację cięcia są:

- usunięcie gratu,
- kalibrowanie końca rury.

Oprócz zwykłych **skrobaków** do usuwania gratu służą proste narzędzia, zwane **gratownikami**. Ich głównym elementem jest nóż w postaci graniastosłupa, którego krawędzie służą do usuwania gratów wewnętrznych (rys. 5.2).



Rys. 5.2. Gratowniki (fot. z katalogu firmy *Rothenberger*)



Rys. 5.3. Kalibratory do rur miedzianych:
 a) kalibrator średnicy wewnętrznej (trzpień),
 b) kalibrator średnicy wewnętrznej (tuleja),
 c) posługiwanie się kalibratorami

Do kalibrowania zdeformowanych końców rur służą odpowiednie **trzpień** oraz **tuleje kalibrujące**. Sposób posługiwania się kalibratorami przedstawiono na rys. 5.3. Jednoczesne kalibrowanie zewnętrznej i wewnętrznej średnicy rury prowadzi do zakleszczenia kalibratorów i ich uszkodzenia.

5.3. Gięcie

Do gięcia rur miedzianych najczęściej jest stosowana **giętarka** o konstrukcji pokazanej na rys. 5.4. Można nią giąć ręcznie, bez dodatkowego wyżarzania zmiękczającego, rury twarde średnicy do 22mm. Do gięcia rur większej średnicy konieczne jest wspomaganie mechaniczne lub hydrauliczne.



Rys. 5.4. Giętarka z wkładką poliamidową (fot. z katalogu firmy Rothenberger)

Elementami wymiennymi w zależności od średnicy giętej rury są poliamidowe wkładki o specjalnej konstrukcji i składzie zapewniającym małe tarcie. Dla ułatwienia pracy giętarki, można posmarować rury w obszarze gięcia olejem mineralnym, który następnie należy usunąć szmatką i odtłuścić powierzchnię trójchlorkiem etylu, alkoholem etylowym lub wodą z dodatkiem detergentów.

5.4. Kielichowanie

Najlepszym narzędziem do kielichowania rur w warunkach budowy jest **kielichownica** – ekspander (rys. 5.5). Podstawowym elementem we wszystkich typach kielichownic jest głowica ekspandująca (rys.5.6) o symetrycznie ułożonych segmentach. Wciskanie między segmenty specjalnego stożkowego trzpienia powoduje ich rozwarście, a tym samym rozciąganie rur. Przed kielichowaniem rury twardej należy poddać ją wyżarzeniu.



Rys. 5.5. Kielichownica z wymiennymi głowicami ekspandującymi (fot. z katalogu firmy *Rothenberger*)

Przyrządem pokazanym na rys.5.5 można kielichować rury o średnicy do 42mm. Rury o średnicy od 54 do 108 mm kielichuje się narzędziami działającymi na tej samej zasa-



Rys. 5.6. Wymienne głowice ekspandujące do kielichownicy (fot. z katalogu firmy *Rothenberger*)



dzie, stosując napęd hydrauliczny lub pneumatyczny. Możliwe jest również kielichowanie ręczne kielichownicą stopniową typu ciężkiego z głowicą dostosowaną do sześciu średnic rur (rys. 5.7) bez konieczności jej wymiany, co znacznie przyspiesza postęp robót.

Rys. 5.7. Kielichownica stopniowa typu ciężkiego (fot. z katalogu firmy Rothenberger)

5.5. Czyszczenie

Bezpośrednio przed lutowaniem powierzchnie łączonych elementów rury trzeba oczyścić do metalicznego połysku, aby usunąć wszelkie zabrudzenia i tlenki. Do czyszczenia powierzchni zewnętrznych używa się specjalnego **włókna tworzywowego**, **wełny stalowej** lub **papieru ściernego** o ziarnistości maksimum 240.

Do czyszczenia powierzchni wewnętrznych stosuje się odpowiednie **stalowe szczotki druciane** (rys. 5.8). Czynność ta nie przysparza trudności, jeśli rury mają średnicę powyżej 22 mm. Kłopotliwe jest



Rys. 5.8. Szczotki stalowe i włókno tworzywowe (fot. z katalogu firmy Rothenberger)

czyszczenie końców rur i kielichów małych średnic. Dla usprawnienia oraz przyspieszenia tej pracy można posłużyć się szczotkami z cienkiego drutu stalowego, zaopatrzonymi w centralny trzpień, który można osadzić w uchwycie wiertarki lub specjalnych urządzeniach czyszczących z napędem akumulatorowym i z kompletem wymiennych szczotek (np. *Orbit*).

5.6. Lutowanie twarde

5.6.1. Palniki

Do lutowania instalacji gazowych z miedzi stosuje się luty o temperaturze topnienia $650 \div 880^{\circ}\text{C}$ (por. tab. 3.9). Służą do tego celu specjalne **palniki: propanowo-powietrzne, propanowo-tlenowe** lub **acetylenowo-powietrzne**. Najodpowiedniejsze są palniki dostosowane do prac ciągłych podczas montażu – dzięki płomieniowi dyżurnemu nie ma potrzeby ciągłego wygaszania i zapalania płomienia. Używanie takich palników zapewnia dużą oszczędność zużycia gazu.

Nie należy stosować palników acetylenowo-tlenowych, z uwagi na zbyt wysoką temperaturę płomienia. Płomień palników propanowo-powietrznych osiąga temperaturę 1800°C , a propanowo-tlenowych ok. 2000°C .

Używając palnika propanowo-powietrzego (rys. 5.9) można wykonać połączenia lutem twardym rur o średnicy do 28 mm. Łączenie metodą lutowania twardego elementów o średnicy 54 mm lub więcej wymaga od montera umiejętnego operowania ciepłem.



Rys. 5.9. Palnik propanowo-powietrzny (fot. z katalogu firmy *Rothenberger*)

Podczas lutowania wskazane jest stosowanie osłon płomienia, co pozwala na bardziej równomierny rozkład temperatury i osłonięcie ścian przed opaleniem. Do osłony ścian stosuje się też specjalne maty ognioodporne.

5.6.2. Przewody i reduktory

Do połączenia palnika ze źródłem gazu służą **przewody** z kauczuku lub specjalnego tworzywa odpornego na pęcznienie, oznakowane kolorem pomarańczowym. Wszystkie przewody elastyczne do gazu płynnego powinny być trwale oznakowane oraz mieć certyfikat na znak bezpieczeństwa B.

Ekonomiczną oraz bezpieczną pracę palnika zapewnia użycie **reduktora** do butli gazu płynnego. Reduktor może być dodatkowo wyposażony w manometr. Zakres pracy reduktorów stosowanych do butli propanowych wynosi $0 \div 0,6$ MPa. Reduktory do butli tlenowych są dostosowane do ciśnienia $0 \div 1,0$ MPa.

5.6.3. Butle na gaz

Najwygodniejszym źródłem gazu w warunkach budowy są **butle podręczne** o pojemności 2,5 kg. Butle na gaz płynny powinny mieć odpowiednie certyfikaty. Poddaje się je okresowej kontroli. Na każdej butli powinny być następujące oznaczenia:

- znak wytwórcy,
- numer fabryczny,
- pojemność butli w litrach,
- nadciśnienie próbne w megapaskalach,
- pełną nazwę gazu lub mieszaniny i wzór chemiczny,
- znak kontroli technicznej wytwórcy,
- datę ostatnio przeprowadzonego i następnego wyznaczonego badania butli,
- znak rzeczoznawcy dozoru technicznego,
- masę brutto butli,
- masę netto ładunku butli.

Każda butla napełniona gazem płynnym powinna być opatrzona znakiem identyfikacyjnym rozlewni gazu.

Zabrania się napełniania gazem płynnym butli, których stan techniczny nie odpowiada wymaganiom bezpiecznej eksploatacji.

Zabrania się napełniania gazem płynnym butli, których powłoka ma barwę czerwoną lub żółtą.

6. Projektowanie instalacji gazowej z miedzi

6.1. Ogólne zasady projektowania instalacji gazowej

Instalacja gazowa rozpoczyna się za kurkiem głównym i obejmuje:

- odcinki na poziomie piwnic,
- piony instalacyjne,
- przewody stanowiące odgałęzienia do poszczególnych mieszkań,
- węzeł pomiaru gazu,
- przewody za gazomierzami,
- odgałęzienia do aparatów gazowych.

Instalację gazową z miedzi projektuje się podobnie jak ze stali, należy jednak uwzględnić różnice technologiczne wynikające z zastosowania innych materiałów.

Instalacja gazowa w każdym obiekcie budowlanym powinna być wykonywana na podstawie **projektu budowlanego instalacji gazowej**, opracowanego zgodnie z wymaganiami technicznymi, przez osobę uprawnioną do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie.

Przed przystąpieniem do projektowania należy zebrać informacje dotyczące:

- liczby i rodzaju urządzeń gazowych oraz ich charakterystyki technicznej,
- jednoczesności używania poszczególnych urządzeń (rozbioru gazu),
- użytkowania poszczególnych urządzeń gazowych i przewodów instalacji gazowej w budynku,
- zasad wentylacji pomieszczeń i sposobu odprowadzania spalin,
- sposobu prowadzenia instalacji elektrycznych, zainstalowanych w pomieszczeniach.

Projekt instalacji gazowej musi być **uzgodniony z dostawcą gazu** co do zgodności z wydanymi warunkami zasilania, w których określa się:

- rodzaj gazu zasilającego instalację,
- miejsce włączenia instalacji gazowej,
- rodzaj ciśnienia gazu w sieci (niskie, średnie) w wypadku projektowania przyłącza gazowego.

W projekcie trzeba uwzględnić rozwiązania i materiały dopuszczone do stosowania w budownictwie na podstawie **aprobaty technicznej i certyfikatów na znak bezpieczeństwa**.

6.2. Kolejność projektowania instalacji gazowej

Projektowanie instalacji gazowych przebiega w następującej kolejności:

- wrysowanie przebiegu instalacji gazowej na planie budynku (na poszczególnych kondygnacjach) z zaznaczeniem przewodów wentylacyjnych i spalinowych niezbędnych do pracy przewidzianych projektem urządzeń,
- narysowanie rozwinięcia aksonometrycznego instalacji gazowej z podaniem długości i rozbiórów gazu na poszczególnych odcinkach,
- określenie szczytowego poboru gazu w budynku (mieszkanium) oraz przepływu gazu na poszczególnych odcinkach instalacji,
- przyjęcie do obliczeń średnic odcinków przewodów instalacyjnych, sprawdzenie spadków ciśnienia oraz dobór optymalnych średnic rur na poszczególnych odcinkach (metodą kolejnych przybliżeń).

Projekt techniczny stanowi podstawę do wystąpienia o **pozwolenie na budowę instalacji gazowej** do odpowiedniej jednostki nadzoru budowlanego działającej na tym terenie. Okres ważności uzgodnienia projektu upływa z dniem utraty ważności zapewnienia dostawy gazu lub warunków technicznych przyłączenia. Przy każdorazowej przeróbce instalacji lub przyłączeniu dodatkowych urządzeń gazowych należy uzyskać dodatkowe zapewnienie dostawy gazu oraz opracować projekt zamienny.

6.3. Obliczanie instalacji gazowej z miedzi *

6.3.1. Wyznaczanie zapotrzebowania na gaz (współczynniki jednoczesności poboru gazu)

Szczytowe zapotrzebowanie na gaz w budynkach mieszkalnych (lub na danym odcinku instalacji) oblicza się wg wzoru:

$$V_C = \sum V_{KG} \cdot f_{KG} + \sum V_{GW} \cdot f_{GW} + \sum V_{OG} \cdot f_{OG} + \sum V_{KGW} \cdot f_{KGW} + \sum V_{KGWD} \cdot f_{KGWD} \quad (6-1)$$

gdzie:

- V_{KG} – zużycie gazu przez kuchenkę gazową (KG) w m³/h,
- f_{KG} – współczynnik jednoczesności rozbioru gazu przez kuchenki gazowe (z piekarnikiem lub bez piekarnika),
- V_{GW} – zużycie gazu przez grzejnik wody (GW) w m³/h,

* Z uwagi na brak polskich przepisów dotyczących obliczania instalacji gazowej z miedzi proponuje się stosowanie wytycznych niemieckich DVGW-TRGI'86 - G 600, przystosowanych do warunków polskich.

Tabela 6.1. Zużycie gazu przez wybrane urządzenia gazowe użytku domowego w zależności od podgrupy gazu ziemnego w warunkach normalnych ($t = 0^{\circ}\text{C}$, $p = 1013 \text{ hPa}$)

Nazwa urządzenia	Oznaczenie (wg PN-86/ /M-40303)	Moc [kW]	Zużycie gazu [m ³ /h]			
			LS	Lw	E	
			o wartości opałowej w MJ/m ³			
			25,7	28,6	35,4	
Kuchenka gazowa:						
– 4-palnikowa	KG	—	1,2	1,1	0,9	
– 4-palnikowa z piekarnikiem	KGP	—	1,8	1,6	1,3	
Gazowy grzejnik wody przepływowej o sprawności energetycznej 85%	GGWP	8,7	1,45	1,30	1,10	
		17,5	2,90	2,60	2,10	
		22,7	3,75	3,35	2,70	
		27,9	4,60	4,15	3,30	
Gazowy grzejnik wody zbiornikowy:	ZGW	– 80 l	6,9	1,15	1,10	0,85
		– 120 l	7,6	1,25	1,15	0,90
		– 150 l	8,3	1,40	1,25	1,00
		– 190 l	8,7	1,45	1,30	1,05
		– 200 l	10,5	1,75	1,55	1,25
Gazowy kocioł grzewczy wodny (o sprawności energetycznej 85%):	KGGW-N KGGW-N-D	– niskotemperaturowy	5,0	0,85	0,75	0,60
		– niskotemperaturowy dwufunkcyjny	6,0	1,00	0,90	0,70
			7,0	1,15	1,05	0,85
			8,0	1,30	1,20	0,95
			9,0	1,50	1,30	1,10
			10,0	1,65	1,50	1,20
			11,0	1,80	1,60	1,30
			14,0	2,30	2,10	1,70
			17,5	2,90	2,60	2,10
			18,6	3,10	2,75	2,20
			20,9	3,40	3,10	2,50
			23,3	3,85	3,45	2,80
			30,0	4,95	4,45	3,60
			35,0	5,80	5,20	4,20
			40,0	6,60	5,90	4,80
	50,0	8,20	7,40	6,00		
	65,0	10,7	9,60	7,80		
Gazowe ogrzewacze pomieszczeń (o sprawności energetycznej 85%):	OGP OGK OGPK	– promiennikowe	3,5	0,60	0,50	0,40
		– konwekcyjne	4,7	0,77	0,70	0,55
		– promiennikowo-konwekcyjne	7,0	1,15	1,05	0,85
			9,3	1,55	1,40	1,10
			11,6	1,90	1,70	1,40

Tabela 6.2. Wartości współczynnika jednoczesności rozbioru gazu w budynkach mieszkalnych dotyczące poszczególnych grup urządzeń gazowych*

Liczba urządzeń	Współczynnik jednoczesności f				
	KG, KGP	GGWP, ZGW	KGGW-N	KGGW-N-D**	OGP, OGK
1	0,621	1,000	1,000	1,000	1,000
2	0,448	0,607	0,883	0,954	0,800
3	0,371	0,456	0,822	0,903	0,703
4	0,325	0,373	0,782	0,863	0,641
5	0,294	0,320	0,752	0,831	0,597
6	0,271	0,283	0,729	0,806	0,564
7	0,253	0,255	0,710	0,784	0,537
8	0,239	0,234	0,694	0,766	0,515
9	0,227	0,217	0,680	0,794	0,496
10	0,217	0,202	0,668	0,735	0,480
11	0,208	0,191	0,657	0,723	0,466
12	0,201	0,180	0,648	0,711	0,454
13	0,194	0,172	0,639	0,701	0,443
14	0,188	0,164	0,631	0,692	0,432
15	0,183	0,157	0,624	0,683	0,423
16	0,178	0,151	0,617	0,675	0,415
17	0,173	0,146	0,611	0,668	0,407
18	0,169	0,141	0,605	0,661	0,400
19	0,166	0,137	0,599	0,654	0,394
20	0,162	0,133	0,594	0,648	0,387
21	0,159	0,129	0,590	0,643	0,382
22	0,156	0,125	0,585	0,637	0,376
23	0,153	0,122	0,581	0,632	0,371
24	0,151	0,119	0,577	0,627	0,366
25	0,148	0,117	0,573	0,623	0,362
26	0,146	0,114	0,569	0,618	0,357
27	0,144	0,112	0,566	0,615	0,353
28	0,142	0,110	0,562	0,610	0,349
29	0,140	0,108	0,559	0,607	0,346
30	0,138	0,106	0,556	0,603	0,342
31	0,136	0,104	0,553	0,599	0,339
32	0,134	0,102	0,550	0,596	0,336
33	0,133	0,100	0,547	0,592	0,332
34	0,131	0,099	0,545	0,590	0,329
35	0,130	0,097	0,542	0,586	0,327
36	0,128	0,096	0,540	0,584	0,324
37	0,127	0,095	0,537	0,581	0,321
38	0,126	0,093	0,535	0,578	0,319
39	0,125	0,092	0,533	0,576	0,316
40	0,123	0,091	0,530	0,573	0,314
41	0,122	0,090	0,528	0,570	0,311
42	0,121	0,089	0,526	0,568	0,309
43	0,120	0,088	0,524	0,566	0,307
44	0,119	0,087	0,522	0,564	0,305
45	0,118	0,086	0,520	0,561	0,303
46	0,117	0,085	0,518	0,559	0,301
47	0,116	0,084	0,517	0,558	0,299
48	0,115	0,083	0,515	0,555	0,297
49	0,114	0,082	0,513	0,553	0,295
50	0,114	0,082	0,512	0,552	0,293

* Urządzenia gazowe: KG (KGP) – kuchenka (z piekarnikiem), GGWP – grzejnik wody przepływowej, ZGW – grzejnik wody zbiornikowy, KGGW-N – kocioł grzewczy wodny niskotemperaturowy, KGGW-N-D – kocioł dwufunkcyjny, OGP i OGK – ogrzewacz pomieszczeń promiennikowy i konwekcyjny.

** Wartości współczynnika jednoczesności dotyczące kotłów grzewczych wodnych dwufunkcyjnych wyznaczono zgodnie z zasadami rachunku prawdopodobieństwa.

- f_{GW} – współczynnik jednoczesności rozbioru gazu przez grzejniki wody przepływowej lub zbiornikowe,
 V_{OG} – zużycie gazu przez gazowy ogrzewacz pomieszczeń (OG) w m^3/h ,
 f_{OG} – współczynnik jednoczesności rozbioru gazu przez ogrzewacze pomieszczeń (promiennikowe, konwekcyjne itp.),
 V_{KGW} – zużycie gazu przez kocioł grzewczy wodny (KGW) w m^3/h ,
 f_{KGW} – współczynnik jednoczesności rozbioru gazu przez kotły grzewcze wodne,
 V_{KGDW} – zużycie gazu przez kocioł grzewczy wodny dwufunkcyjny (KGDW) w m^3/h ,
 f_{KGDW} – współczynnik jednoczesności rozbioru gazu przez kotły grzewcze wodne dwufunkcyjne.

Zużycie gazu V_{UG} (w m^3/h) przez urządzenie gazowe (UG) możemy odczytać z tab. 6.1 lub obliczyć za pomocą wzoru:

$$V_{UG} = \frac{3,6 Q_{UG}}{\eta_{UG} \cdot W_d} \quad (6-2)$$

gdzie:

- Q_{UG} – wydajność cieplna (moc) urządzenia gazowego w kW,
 η_{UG} – sprawność urządzenia gazowego,
 W_d – wartość opałowa gazu w MJ/m^3 .

W tabeli 6.2 podane są współczynniki jednoczesności rozbioru gazu w budynkach mieszkalnych dotyczące poszczególnych grup urządzeń gazowych (wg norm niemieckich).

6.3.2. Obliczanie spadków ciśnienia na poszczególnych odcinkach instalacji

Duża gładkość powierzchni rur miedzianych sprawia, że straty ciśnienia przy przepływie gazu, w porównaniu do rur stalowych, są stosunkowo niskie. Spadek ciśnienia gazu na danym odcinku instalacji gazowej wyznacza się wg wzoru

$$\Delta p_i = R_i \cdot l_i + Z_i + \Delta p_{Hi} \quad (6-3)$$

gdzie:

- R_i – jednostkowe straty liniowe ciśnienia na określonym odcinku [hPa/m],
 l_i – długość określonego odcinka instalacji [m],
 Z_i – miejscowe straty ciśnienia (na przykład: kolanka, trójniki, kurki) na określonym odcinku [hPa],
 Δp_{Hi} – strata (odzysk) ciśnienia spowodowana różnicą poziomów i gęstości gazu w stosunku do powietrza na określonym odcinku [hPa].

Tabela 6.3. Jednostkowe straty liniowe ciśnienia R gazu ziemnego E o gęstości 0,74 kg/m³

Szczytowy pobór gazu Q_s [m ³ /h]	12×1	15×1	18×1	22×1	28×1,5	35×1,5	42×1,5	54×2
	R [hPa/m]							
1,0	0,2166	0,0400	0,0174	0,0071	—	—	—	—
1,5	0,4340	0,1251	0,0470	0,0107	—	—	—	—
2,0	0,7143	0,2048	0,0766	0,0268	0,0058	—	—	—
2,5	1,0551	0,3010	0,1122	0,0390	0,0136	—	—	—
3,0	1,4539	0,4133	0,1535	0,0533	0,0186	0,0058	—	—
3,5	—	0,5405	0,2006	0,0694	0,0242	0,0076	—	—
4,0	—	0,6833	0,2530	0,0874	0,0304	0,0095	—	—
4,5	—	—	0,3108	0,1072	0,0372	0,0116	—	—
5,0	—	—	—	0,1288	0,0446	0,0139	0,0055	—
5,5	—	—	—	0,1519	0,0525	0,0164	0,0064	—
6,0	—	—	—	0,1767	0,0611	0,0189	0,0074	—
6,5	—	—	—	0,2032	0,0702	0,0217	0,0085	—
7,0	—	—	—	0,2317	0,0798	0,0248	0,0097	0,0030
7,5	—	—	—	0,2611	0,0900	0,0279	0,0109	0,0034
8,0	—	—	—	0,2926	0,1008	0,0312	0,0122	0,0037
8,5	—	—	—	—	0,1119	0,0345	0,0135	0,0042
9,0	—	—	—	—	0,1237	0,0382	0,0149	0,0047
9,5	—	—	—	—	0,1359	0,0419	0,0164	0,0050
10,0	—	—	—	—	0,1488	0,0458	0,0179	0,0055
10,5	—	—	—	—	0,1621	0,0499	0,0195	0,0060
11,0	—	—	—	—	0,1759	0,0541	0,0211	0,0065
11,5	—	—	—	—	0,1901	0,0585	0,0228	0,0070
12,0	—	—	—	—	0,2049	0,0629	0,0246	0,0076
12,5	—	—	—	—	0,2203	0,0677	0,0264	0,0081
13,0	—	—	—	—	—	0,0724	0,0282	0,0087
13,5	—	—	—	—	—	0,0775	0,0301	0,0092
14,0	—	—	—	—	—	0,0826	0,0321	0,0099
14,5	—	—	—	—	—	0,0877	0,0342	0,0105
15,0	—	—	—	—	—	0,0931	0,0362	0,0111
15,5	—	—	—	—	—	0,0986	0,0384	0,0118
16,0	—	—	—	—	—	0,1043	0,0406	0,0124
16,5	—	—	—	—	—	0,1102	0,0428	0,0132
17,0	—	—	—	—	—	0,1160	0,0451	0,0138
17,5	—	—	—	—	—	0,1221	0,0474	0,0145
18,0	—	—	—	—	—	0,1284	0,0498	0,0153
18,5	—	—	—	—	—	0,1347	0,0523	0,0160
19,0	—	—	—	—	—	0,1412	0,0547	0,0168
19,5	—	—	—	—	—	0,1480	0,0574	0,0175
20,0	—	—	—	—	—	0,1547	0,0600	0,0184
21,0	—	—	—	—	—	—	0,0653	0,0200
22,0	—	—	—	—	—	—	0,0709	0,0217
23,0	—	—	—	—	—	—	0,0766	0,0234
24,0	—	—	—	—	—	—	0,0827	0,0252
25,0	—	—	—	—	—	—	0,0889	0,0270
26,0	—	—	—	—	—	—	0,0953	0,0290
27,0	—	—	—	—	—	—	0,1019	0,0310
28,0	—	—	—	—	—	—	0,1085	0,0331
29,0	—	—	—	—	—	—	0,1155	0,0352
30,0	—	—	—	—	—	—	0,1228	0,0374
31,0	—	—	—	—	—	—	0,1299	0,0395

6.3.3. Jednostkowe straty liniowe ciśnienia

Liniowe straty ciśnienia R przypadające na 1 m rury miedzianej o średnicy 12÷54mm w instalacji gazu ziemnego E przedstawiono w tab. 6.3.

Przy stosowaniu gazu o gęstości ρ_x innej niż podana w tabeli gęstość ρ należy zastosować wzór przeliczeniowy

$$R_x = k \cdot R \quad (6-4)$$

gdzie:

- R_x – skorygowany liniowy spadek ciśnienia (w hPa/m) dotyczący gazu o gęstości ρ_x ,
- R – spadek ciśnienia gazu ziemnego, wg tab. 6.3 [hPa/m],
- k – współczynnik przeliczeniowy uwzględniający inną gęstość gazu niż ta, która jest podana w tab. 6.3; współczynnik ten oblicza się jako

$$k = \frac{\rho_x}{\rho} \quad (6-5)$$

6.3.4. Miejscowe straty ciśnienia

Miejscowe straty ciśnienia na łącznikach, kurkach itp. można obliczyć wg wzoru

$$Z = \zeta \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2 \cdot 10^{-2} \quad (6-6)$$

gdzie:

- Z – miejscowa strata ciśnienia [hPa],
- ζ – współczynnik oporów miejscowych (wg tab. 6.4),
- ρ – gęstość gazu [kg/m^3],
- w – prędkość gazu [m/s].

Projektując proste instalacje gazowe, można wprowadzić pojęcie długości zastępczej, aby uprościć obliczenia miejscowych strat ciśnienia. Opory liniowe odcinka instalacji o długości zastępczej są w przybliżeniu równoważne oporowi miejscowemu danego łącznika lub armatury. W tabeli 6.5 podano wartości długości zastępczej.

Tabela 6.4 Współczynnik oporów miejscowych ζ


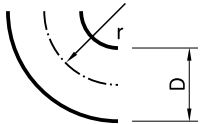
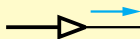
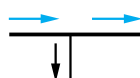
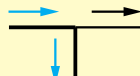

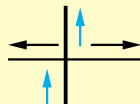
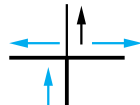
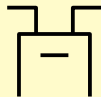


Nazwa elementu	Symbol	ζ
Kolano lub zgięta rura		0,7
Łuk 90° $r/D = 1,2$ $r/D = 2,0$ $r/D = 3,0$		0,35 0,20 0,15
Element redukcyjny		0,4
Trójnik z różnym kierunkiem przepływu strumienia gazu		0,3
		1,3
		1,5
Czwórnik z różnym kierunkiem przepływu strumienia gazu		1,3
		2,0
Podłączenie licznika gazu: DN = 25 mm DN > 25 mm		2,0 4,0
Kurek kulowy Kurek stożkowy		0,5 2,0
Kurek kątowy		1,3

Tabela. 6.5. Przybliżone długości zastępcze l_z równoważne oporowi miejscowemu wybranych łączników i armatury

Średnica nominalna [mm]	Równoważna średnica rur z miedzi* [mm]	Długość zastępcza – l_z [m]					
		kurek kulowy	kurek kątowy	kolanko	zwężka	trójkąt z głównym przepływem gazu pod kątem:	
						0°	90°
10	12	0,10	0,30	0,40	0,10	0,10	0,25
15	15 lub 18	0,15	0,40	0,55	0,10	0,15	0,40
20	22	0,30	0,70	1,30	0,10	0,40	0,90
25	28	0,30	0,70	1,30	0,15	0,40	1,10
32	35	0,30	0,80	1,50	0,20	0,50	1,40
40	42	0,40	1,10	1,80	0,25	0,70	1,90
50	54	0,50	1,70	1,90	0,30	1,00	2,70
65	64 lub 76,1	0,60	2,10	2,10	0,50	1,30	3,20
80	88,9	0,90	3,00	2,90	0,70	1,80	4,50
100	108	1,25	5,40	3,70	0,90	2,50	6,20

* Według wytycznych niemieckich *DVGW-TRGI86*

Prędkość przepływu gazu ziemnego można odczytać z tab. 6.6 lub obliczyć za pomocą wzoru

$$w = 353,86 \frac{V}{d^2} \quad (6-7)$$

gdzie:

- w – prędkość gazu ziemnego [m/s],
- V – strumień objętościowy gazu przepływającego przez rurę [m³/h],
- d – średnica wewnętrzna rury [mm].

Prędkość gazu w instalacji gazowej nie powinna przekraczać 6 m/s.

Tabela 6.6. Prędkość gazu ziemnego Ls, Lw i E.

Szczytowy pobór gazu Q_s [m ³ /h]	12×1	15×1	18×1	22×1	28×1,5	35×1,5	42×1,5	54×2
	w [m/s]							
1,0	3,5	2,1	1,4	0,9	—	—	—	—
1,5	5,3	3,1	2,1	1,3	—	—	—	—
2,0	7,1	4,2	2,8	1,8	1,1	—	—	—
2,5	8,8	5,2	3,5	2,2	1,4	—	—	—
3,0	10,6	6,3	4,1	2,7	1,7	1,0	—	—
3,5	—	4,8	4,8	3,1	2,0	1,2	—	—
4,0	—	8,4	5,5	3,5	2,3	1,4	—	—
4,5	—	—	6,2	4,0	2,5	1,6	—	—
5,0	—	—	—	4,4	2,8	1,7	1,2	—
5,5	—	—	—	4,9	3,1	1,9	1,3	—
6,0	—	—	—	5,3	3,4	2,1	1,4	—
6,5	—	—	—	5,7	3,7	2,2	1,5	—
7,0	—	—	—	6,2	4,0	2,4	1,6	1,0
7,5	—	—	—	6,6	4,2	2,6	1,7	1,1
8,0	—	—	—	7,1	4,5	2,8	1,9	1,1
8,5	—	—	—	—	4,8	2,9	2,0	1,2
9,0	—	—	—	—	5,1	3,1	2,1	1,3
9,5	—	—	—	—	5,4	3,3	2,2	1,3
10,0	—	—	—	—	5,7	3,5	2,3	1,4
10,5	—	—	—	—	5,9	3,6	2,4	1,5
11,0	—	—	—	—	6,2	3,8	2,6	1,6
11,5	—	—	—	—	6,5	4,0	2,7	1,6
12,0	—	—	—	—	6,8	4,1	2,8	1,7
12,5	—	—	—	—	7,1	4,3	2,9	1,8
13,0	—	—	—	—	—	4,5	3,0	1,8
13,5	—	—	—	—	—	4,7	3,1	1,9
14,0	—	—	—	—	—	4,8	3,3	2,0
14,5	—	—	—	—	—	5,0	3,4	2,1
15,0	—	—	—	—	—	5,2	3,5	2,1
15,5	—	—	—	—	—	5,4	3,6	2,2
16,0	—	—	—	—	—	5,5	3,7	2,3
16,5	—	—	—	—	—	5,7	3,8	2,3
17,0	—	—	—	—	—	5,9	4,0	2,4
17,5	—	—	—	—	—	6,0	4,1	2,5
18,0	—	—	—	—	—	6,2	4,2	2,5
18,5	—	—	—	—	—	6,4	4,3	2,6
19,0	—	—	—	—	—	6,6	4,4	2,7
19,5	—	—	—	—	—	6,7	4,5	2,8
20,0	—	—	—	—	—	6,9	4,7	2,8
21,0	—	—	—	—	—	—	4,9	3,0
22,0	—	—	—	—	—	—	5,1	3,1
23,0	—	—	—	—	—	—	5,3	3,3
24,0	—	—	—	—	—	—	5,6	3,4
25,0	—	—	—	—	—	—	5,8	3,5
26,0	—	—	—	—	—	—	6,0	3,7
27,0	—	—	—	—	—	—	6,3	3,8
28,0	—	—	—	—	—	—	6,5	4,0
29,0	—	—	—	—	—	—	6,7	4,1
30,0	—	—	—	—	—	—	7,0	4,2
31,0	—	—	—	—	—	—	7,2	4,4

6.3.5. Odzysk (strata) ciśnienia na pionowych odcinkach instalacji

Stratę ciśnienia spowodowaną różnicą poziomów, wynikającą z różnicy gęstości gazu i powietrza, można wyznaczyć za pomocą wzoru

$$\Delta p_{Ht} = g \cdot \Delta H_i \cdot (\rho - \rho_p) \cdot 10^{-2} \quad (6-8)$$

gdzie:

- Δp_{Ht} – strata ciśnienia spowodowana różnicą poziomów [hPa],
- g – przyspieszenie ziemskie (9,81 m/s²),
- ΔH_i – różnica wysokości na określonym odcinku, która ma znak dodatni, jeśli gaz przepływa do góry, a znak ujemny – przy przepływie gazu w dół [m],
- ρ – gęstość gazu [kg/m³],
- ρ_p – gęstość powietrza (1,293 kg/m³).

6.3.6. Dopuszczalne spadki ciśnienia w instalacji gazowej

Na koniec obliczeń wyznaczone wartości spadku ciśnienia w poszczególnych węzłach instalacji Δp_{obl} porównuje się z granicznymi dopuszczalnymi wartościami Δp_{dop} z tab. 6.7. Spadki ciśnienia Δp_{obl} w kolejnych węzłach oblicza się, sumując spadki Δp_i na poszczególnych odcinkach instalacji. Wyznaczony w ten sposób spadek ciśnienia na instalacji Δp_{obl} nie uwzględnia spadku ciśnienia na gazomierzu.

$$\Delta p_{obl} \leq \Delta p_{dop} \quad (6-9)$$

Tabela 6.7. Dopuszczalne wartości spadku ciśnienia w instalacji gazowej (w hPa)

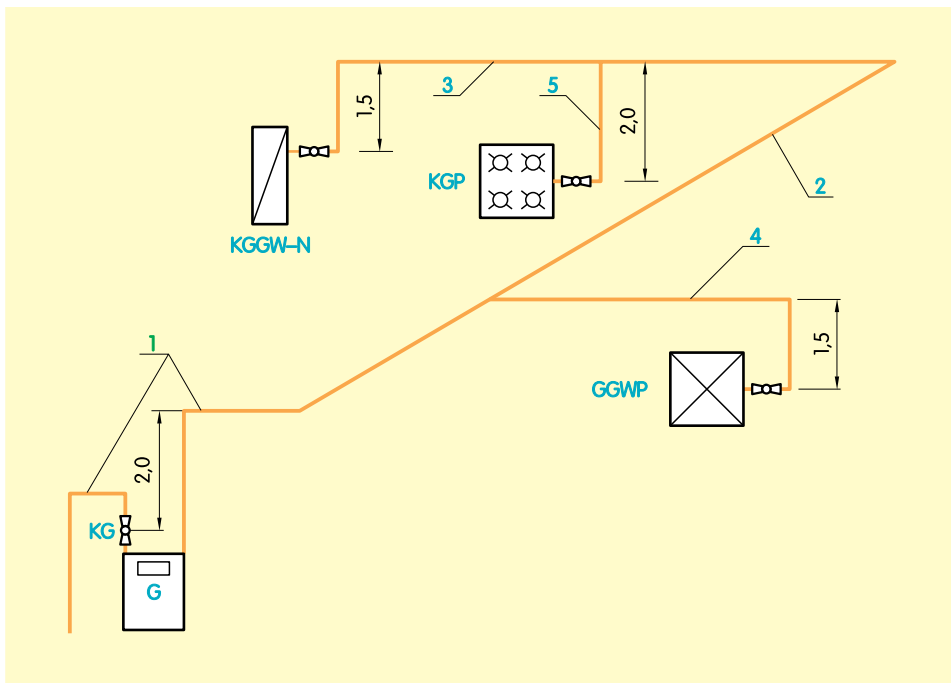
Rodzaj gazu	Instalacja zasilana z sieci niskiego ciśnienia	Instalacja zasilana z sieci średniego ciśnienia lub ze zbiornika (przez reduktor)
Gaz ziemny Ls	1,0	1,5 ÷ 3,0*
Gaz ziemny Lw	1,0	1,5 ÷ 3,5**
Gaz ziemny E	1,5	2,5 ÷ 4,0**
Propan	—	13,0

* Jeżeli reduktor jest ustawiony na ciśnienie 13 hPa, to należy przyjąć dolną wartość z zakresu, a jeśli na 16 hPa - to przyjmuje się górną wartość

** Jeżeli reduktor jest ustawiony na ciśnienie nominalne 20 hPa, to należy przyjąć dolną wartość z zakresu, a jeśli na 25 hPa (lub 23 hPa w instalacji na gaz Lw) - to przyjmuje się górną wartość

6.3.7. Przykład

Obliczyć straty ciśnienia w instalacji gazowej – przedstawionej na rys. 6.1 – zasilającej kuchnię gazową czteropalnikową z piekarnikiem, gazowy kocioł grzewczy wodny niskotemperaturowy o mocy 40 kW i sprawności 85% oraz gazowy grzejnik wody przepływowej mocy 17,5 kW i sprawności 85%. Instalacja ta będzie zasilana z sieci gazowej niskiego ciśnienia gazem E o wartości opałowej $W_d = 35 \text{ MJ/m}^3$ i gęstości $r = 0,74 \text{ kg/m}^3$.



Rys. 6.1. Schemat instalacji gazowej (w aksonometrii)

KG – kurek główny, G – gazomierz, 1÷5 – numery odcinków instalacji, GGWP – gazowy grzejnik wody przepływowej, KGP – kuchenka gazowa czteropalnikowa z piekarnikiem, KGGW-N – gazowy kocioł grzewczy wody niskotemperaturowy

Zużycie gazu przez poszczególne urządzenia gazowe można odczytać z tab. 6.1, np.:

- kuchnia gazowa czteropalnikowa z piekarnikiem $V_{KGP} = 1,3 \text{ m}^3/\text{h}$.

Można też obliczyć je za pomocą wzoru (6-2), znając moc cieplną i sprawność zasilanych urządzeń:

- gazowy kocioł grzewczy wodny o mocy 40 kW i sprawności $\eta_{KGGW-N}=0,85$

$$V_{KGGW-N} = \frac{3,6 Q_{KGGW-N}}{\eta_{KGGW-N} \cdot W_d} = \frac{3,6 \cdot 40}{0,85 \cdot 35} = 4,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

- gazowy grzejnik wody przepływowej o mocy 17,5 kW i sprawności $\eta_{GGWP} = 0,85$

$$V_{GGWP} = \frac{3,6 Q_{GGWP}}{\eta_{GGWP} \cdot W_d} = \frac{3,6 \cdot 17,5}{0,85 \cdot 35} = 2,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

Tabela 6.8. Długości zastępcze poszczególnych odcinków instalacji gazowej

Numer odcinka instalacji	Kurek kulowy		Kolanko		Trójnik		$\sum l_z$ – suma długości zastępczych odcinka
	średnica nominalna/liczba kurków	długość zastępcza [m] (liczba kurków $\cdot l_z$)	średnica/liczba kolanek	długość zastępcza [m] (liczba kolanek $\cdot l_z$)	średnica/liczba trójników	długość zastępcza [m] (liczba trójników $\cdot l_z$)	
1	—	—	28/2	$2 \cdot 1,3 = 2,6$	—	—	2,6
2	—	—	28/1	$1 \cdot 1,3 = 1,3$	28/1	$1 \cdot 0,4 = 0,4$	1,7
3	25/1	$1 \cdot 0,3 = 0,3$	28/2	$2 \cdot 1,3 = 2,6$	28/1	$1 \cdot 0,4 = 0,4$	3,3
4	20/1	$1 \cdot 0,3 = 0,3$	22/2	$2 \cdot 1,3 = 2,6$	22/1	$1 \cdot 0,90 = 0,90$	3,8
5	15/1	$1 \cdot 0,15 = 0,15$	15/1	$1 \cdot 0,55 = 0,55$	15/1	$1 \cdot 0,4 = 0,4$	1,1

Obliczenie strat ciśnienia zamieszczono w tab. 6.9. Jednostkowe liniowe straty ciśnienia odczytano z tab. 6.3, po założeniu średnic D odcinków instalacji. Długości zastępcze równoważne oporom miejscowym na poszczególnych odcinkach instalacji, odczytane z tab. 6.5, podano w tab. 6.8.

Z wartości wyliczonych w kolumnie 17. tabeli 6.9 wynika, że największy spadek ciśnienia wystąpił na odcinku 1-2-3, gdzie $\Delta p = 1,370$ hPa. Jest on mniejszy od wartości dopuszczalnej dla tego rodzaju gazu (tab. 6.7). Na tej podstawie można stwierdzić, że dobór średnic przewodów jest prawidłowy.

Tabela 6.9. Zestawienie strat ciśnienia w instalacji gazowej

Odcinek i instalacji	Urządzenia gazowe	Liczba urządzeń	V_{UG} [m ³ /h]	f	$V_{UG} \cdot f$ [m ³ /h]	V_C (Σkol.6) [m ³ /h]	l_i [m]	l_z (z tab. 6.8) [m]	$l_c = l_i + l_z$ [m]	D [mm]	R_i [hPa/m]	$R_i \cdot l_c$ [hPa]	ΔH_i [m]	Δp_{fii} [hPa]	Δp_i (kol.13.+ kol.15.) [hPa]	Sumaryczne spadki ciśnienia Δp_{ab} na kolejnych odcinkach instalacji [hPa]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	KGP	1	1,3	0,621	0,8	7,7	5,5	2,6	8,1	28	0,0921	0,746	+2,0	-0,108	0,638	$\Delta p_1 = 0,638$
	GGWP	1	2,1	1,0	2,1											
	KGGW-N	1	4,8	1,0	4,8											
2	KGP	1	1,3	0,621	0,8	5,6	4,8	1,7	6,5	28	0,0542	0,352	0	0	0,352	$\Delta p_1 + \Delta p_2 = 0,990$
	GGWP	—	—	—	—											
	KGGW-N	1	4,8	1,0	4,8											
3	KGP	—	—	—	—	4,8	3,9	3,3	7,2	28	0,0416	0,299	-1,5	+0,081	0,380	$\Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 = 1,370$ (max)
	GGWP	—	—	—	—											
	KGGW-N	1	4,8	1,0	4,8											
4	KGP	—	—	—	—	2,1	3,7	3,8	7,5	22	0,0280	0,210	-1,5	+0,076	0,286	$\Delta p_1 + \Delta p_4 = 0,924$
	GGWP	1	2,1	1,0	2,1											
	KGGW-N	—	—	—	—											
5	KGP	1	1,3	0,621	0,8	0,8	2,0	1,1	3,1	15	0,0400	0,124	-2,0	+0,108	0,232	$\Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_5 = 1,122$
	GGWP	—	—	—	—											
	KGGW-N	—	—	—	—											

7. Ogólne zasady prowadzenia instalacji gazowej z miedzi

7.1. Wprowadzenie

Instalację gazową należy projektować, wykonywać oraz użytkować zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej, w sposób zapewniający bezpieczne użytkowanie oraz ochronę środowiska naturalnego.

Podstawowymi elementami składowymi każdej instalacji gazowej są **przewody**, **kształtki** i **kurki odcinające**. Oprócz nich w skład instalacji wchodzi również **urządzenia pomiarowe** (gazomierze), **urządzenia gazowe** oraz przewody **spalinowe**.

Wysokie wymagania, jakie stawiane są wewnętrznej instalacji gazowej, już w założeniu eliminują materiały o niskiej odporności na wpływ temperatury oraz małej wytrzymałości mechanicznej.

Do budowy instalacji wolno stosować wyłącznie rury, łączniki, armaturę oraz inne urządzenia mające odpowiedni certyfikat lub aprobatę techniczną wydaną przez Instytut Nafty i Gazu w Krakowie.

7.2. Układanie przewodów gazowych

Podstawowe zasady prowadzenia przewodów gazowych:

- Przewody instalacji gazowej należy wykonywać z rur stalowych bez szwu, rur stalowych ze szwem przewodowych, zgodnych z Polskimi Normami, łączonych przez spawanie lub rur miedzianych łączonych za pomocą lutowania twardego. Dopuszcza się stosowanie połączeń gwintowanych do przyłączenia armatury oraz do innych połączeń w budynku:
 - mieszkalnym jednorodzinny,
 - mieszkalnym wielorodzinnym za gazomierzami odbiorców indywidualnych,
 - zamieszkania zbiorowego lub użyteczności publicznej za połączeniami odgałęzień prowadzących do odrębnych lokali.
- 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.

- Dopuszcza się prowadzenie przewodów instalacji gazowych przez pomieszczenia mieszkalne pod warunkiem zastosowania rur miedzianych łączonych przez lutowanie lub stalowych bez szwu łączonych za pomocą spawania.
- Przewody instalacji gazowej, w stosunku do przewodów innych instalacji w budynku (centralnego ogrzewania, wodnej, 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.
- Poziome odcinki instalacji gazowych powinny być usytuowane w odległości co najmniej 0,1 m powyżej innych przewodów instalacyjnych, a jeżeli gęstość gazu jest większa od gęstości powietrza – to poniżej przewodów elektrycznych i urządzeń iskrzących.
- Przewody instalacji gazowej krzyżujące się z innymi przewodami instalacyjnymi powinny być od nich oddalone co najmniej o 20 mm.
- Po zewnętrznej stronie ścian budynku nie może być prowadzona instalacja gazowa:
 - zasilana gazem zawierającym parę wodną lub inne składniki ulegające kondensacji w warunkach eksploatacyjnych,
 - wykonana z rur miedzianych.
- Odcinki przewodów instalacji gazowej usytuowane poza obrysem budynku i położone poniżej poziomu terenu oraz przechodzące przez zewnętrzne przegrody budowlane, powinny spełniać wymagania określone w przepisach dotyczących budowy sieci gazowych.
- Instalacja gazowa przyłączona do sieci gazowej, wykonanej z rur stalowych, powinna być zabezpieczona przed wpływem prądów błędzących.
- Rozwiązanie techniczne instalacji gazowej powinno umożliwiać samokompensację wydłużeń cieplnych i eliminować ewentualne odkształcenia instalacji, wywołane deformacją lub osiadaniem budynku.
- Przewody instalacji gazowej w piwnicach i suterrenach należy prowadzić na powierzchni ścian. Na innych kondygnacjach dopuszcza się prowadzenie ich w bruzdach osłoniętych nieuszczelnionymi ekranami lub wypełnionych – po uprzednim wykonaniu próby szczelności instalacji – łatwo usuwalną masą tynkarską, nie powodującą korozji przewodów. Wypełnianie bruzd, w których są prowadzone przewody z rur miedzianych, jest zabronione.
- Przewody gazowe z rur stalowych, po wykonaniu próby szczelności, powinny być zabezpieczone przed korozją.
- Piony gazowe powinny być prowadzone w przedpokojach, korytarzach lub na klatkach schodowych.

- W kotłowniach i pomieszczeniach technicznych, gdzie są także inne przewody, przewód gazowy powinien być oznaczony kolorem żółtym lub trwale zamocowanymi etykietami koloru żółtego z czarnymi strzałkami wskazującymi kierunek przepływu gazu.
- Nie wolno prowadzić przewodów gazowych przez przewody i kanały kominowe (wentylacyjne, spalinowe, dymowe).
- Układanie instalacji gazowej na strychach lub pod podłogą jest niedopuszczalne.
- Przewodów instalacji gazowej nie można wykorzystywać jako przewodów uziemiających lub jako elementów instalacji odgromowej.
- Przewody instalacji gazowej nie mogą być mocowane do innych przewodów, stanowić dla nich wsporników lub być obciążone w jakikolwiek inny sposób.
- Do wykonywania odgałęzień w instalacjach gazowych miedzianych dopuszcza się tylko trójniki wykonane fabrycznie.
- Do mocowania rur miedzianych należy stosować odpowiednie uchwyty.
- Projektując i wykonując instalacje gazowe z miedzi, należy przestrzegać rozmieszczenia uchwytów mocujących.
- Końce rur doprowadzających gaz, nie połączone z urządzeniami gazowymi, powinny być szczelnie zamknięte korkami, nawet gdy w przewodach nie ma gazu.
- Rury przechodzące przez przegrody budowlane należy prowadzić w rurze osłonowej wypełnionej odpowiednim szczeliwem (np. kitem elastycznym).
- Nie wolno prowadzić przewodów gazowych z miedzi przez garaże.
- Wysokość przejść pod przewodami instalacyjnymi powinna wynosić w świetle co najmniej 1,9 m (na drogach ewakuacyjnych – minimum 2,2 m).
- W celu podłączenia do instalacji kuchni gazowych można stosować przewody elastyczne mające certyfikat na znak bezpieczeństwa.
- Dla poprawienia estetyki wykonania połączeń lutowanych dopuszcza się ich pokrycie lakierem bezbarwnym z domieszką sproszkowanej miedzi, ale dopiero po przeprowadzonej próbie szczelności.

7.3. Przejścia przez przegrody budowlane

Wszystkie przejścia przewodów przez przegrody budowlane (takie jak ściany, stropy) wykonuje się w rurach osłonowych. Przestrzeń między rurą miedzianą a rurą osłonową należy wypełnić odpowiednim szczeliwem (np. kitem elastycznym).

Przepusty instalacyjne prowadzone przez zewnętrzne ściany budynków znajdujące się poniżej poziomu terenu trzeba zabezpieczyć przed możliwością przenikania gazu do wnętrza budynku.

7.4. Mocowanie przewodów gazowych

Projektując jak i wykonując instalacje gazowe z miedzi, należy ściśle przestrzegać wymagań dotyczących rozmieszczenia uchwytów mocujących. Odległości między uchwytami na poziomych odcinkach instalacji podano w tab. 7.1. Na pionowych odcinkach rur o średnicy do 22 mm odległości podane w tab. 7.1 można zwiększyć o 30%, a jeśli rury mają większą średnicę – to o 10%.

Tabela 7.1. Średnie odległości uchwytów mocujących do rur miedzianych

Średnica rury [mm]	12	15	18	22	28	35	42	54
Odległość między uchwytami [m]	1,25	1,25	1,50	2,00	2,25	2,75	3,00	3,50

Obciążenie kołków nie może przekroczyć 100 N, a układ mocowań powinien uniemożliwić odpadnięcie przewodów gazowych w wypadku pożaru (nawet po rozszczelnieniu połączeń lutowanych).

Uchwyty i kołki rozporowe do mocowania rur miedzianych muszą być wykonane z materiałów niepalnych, np. z miedzi, mosiądzu lub stali nierdzewnej (rys. 7.1).



Rys. 7.1. Uchwyty do instalacji gazowych

Uchwyty powinny być zabezpieczone przed przenoszeniem drgań.

Do instalacji gazowej z miedzi nie wolno używać uchwytów i kołków z tworzywa sztucznego, drewna lub zwykłej stali.

7.5. Lokalizacja i montaż kurków gazowych

Kurki gazowe powinny spełniać wymagania w zakresie bezpieczeństwa zawarte w normach oraz posiadać certyfikat uprawniający do oznaczania **Znakiem Bezpieczeństwa**. Budynek zasilany z sieci gazowej powinien mieć zainstalowany na przyłączy **kurk główny**, umożliwiający odcięcie dopływu gazu do instalacji gazowej.

Kurek główny powinien być zainstalowany:

- Na zewnątrz budynku w wentylowanej szafce przy ścianie, we wnęce ściennej lub w odległości nie przekraczającej 10 m od zasilanego budynku, w miejscu łatwo dostępnym i zabezpieczonym przed wpływami atmosferycznymi i dostępem osób niepowołanych. Odległość ta w zabudowie jednorodzinnej i zagrodowej może być większa niż 10 m od zasilanego budynku w szafce usytuowanej w linii ogrodzenia od ulicy lub ogólnego ciągu pieszego z dostępem do niej od strony zewnętrznej działki budowlanej. W takim przypadku należy na ścianie budynku zamontować kurek odcinający.
- W budynkach o charakterze monumentalnym dopuszcza się instalowanie kurków głównych w miejscach łatwo dostępnych z zewnątrz, nie będących pomieszczeniami np. w podcieniach, prześwitach, bramach.
- Odległość kurka głównego od poziomu terenu oraz najbliższej krawędzi okna, drzwi lub innego otworu w budynku powinna wynosić co najmniej 0,5 m.
- Miejsce usytuowania kurka głównego powinno być jednoznacznie oznakowane.

Przed każdym urządzeniem gazowym powinien być zamontowany kurek, pozwalający na szybkie odcięcie dopływu gazu przy obrocie o 90° w prawo oraz posiadać ogranicznik uniemożliwiający dalszy obrót dźwigni kurka. Kurek powinien być sztywno zamocowany do ściany przy pomocy odpowiednich uchwytów, aby w trakcie otwierania czy zamykania nie nastąpiło odkształcenie instalacji z miedzi. Kurki odcinające powinny być montowane nie tylko przed każdym aparatem gazowym i gazomierzem ale również w miejscach oddzielających poszczególne odcinki instalacji gazowej.

■ Musi być zapewniony łatwy dostęp do armatury odcinającej.

7.6. Lokalizacja i montaż gazomierzy

Każda instalacja gazowa powinna być wyposażona w **gazomierz** – urządzenie rozliczające zużycie gazu przez odbiorcę. Bez względu na miejsce lokalizacji gazomierza za jego stan techniczny odpowiada dostawca gazu. Gazomierze powinny być instalowane oddzielnie dla każdego z odbiorców i zabezpieczone przed dostępem osób niepowołanych. Lokalizacja gazomierzy powinna zapewnić łatwy dostęp w celu ich kontroli lub wymiany.

Gazomierze można instalować:

- w szafkach metalowych z otworami wentylacyjnymi:
 - na klatkach schodowych lub korytarzach kondygnacji użytkowych,
 - w kuchniach i przedpokojach (dopuszczalne jest tam instalowanie gazomierzy bez szafek),
 - na zewnątrz budynku, razem z kurkiem głównym instalacji gazowej (z zachowaniem przepisów podanych w p.7.5),

- w szybach pionów instalacyjnych z drzwiczkami dostępnymi od strony pomieszczeń mieszkalnych,
- w pomieszczeniach piwnicznych, jeżeli mają one otwór okienny oraz przewód wentylacji grawitacyjnej wyprowadzony ponad dach lub 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.

Gazomierzy nie można instalować:

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

Przed każdym gazomierzem trzeba zainstalować **kurek odcinający**. Jeżeli gazomierz jest instalowany w jednej szafce zewnętrznej z kurkiem głównym, uważa się, że wymaganie to jest spełnione. Gazomierze należy instalować na wysokości $0,3 \div 1,8$ m od poziomu podłogi do spodu gazomierza i co najmniej 0,5 m od poziomu terenu. Gazomierze do pomiaru przepływu gazu lżejszego od powietrza należy umieszczać powyżej licznika elektrycznego, a do gazu cięższego od powietrza – poniżej licznika.

Zawsze powinno być możliwe odłączenie gazomierza bez konieczności demontażu części instalacji.

7.7. Prowadzenie gazowych przewodów miedzianych w ziemi

Jeżeli kurek główny znajduje się na zewnątrz budynku, to instalację gazową można prowadzić pod ziemią, stosując się do przepisów dotyczących budowy sieci gazowych. Gazowe przewody miedziane prowadzone w ziemi powinny być zabezpieczone przed uszkodzeniami mechanicznymi i korozją. W tym celu obszar wokół rury należy odpowiednio wypełnić podsypką (minimum 10 cm) i nadsypką (minimum 20 cm), a następnie zasypywać kolejnymi warstwami ziemi, stopniowo je utwardzając. Miedziane rury prowadzone w ziemi powinny mieć osłonę antykorozyjną. Wszystkie połączenia rur muszą być też zabezpieczone antykorozyjnie.

8. Odbiór instalacji gazowej z miedzi

8.1. Sprawdzenie instalacji gazowej z miedzi – etapy kontroli i wymagane dokumenty

Każda instalacja gazowa po wykonaniu, a przed oddaniem do użytku powinna być sprawdzona przez wykonawcę w obecności dostawcy gazu oraz inwestora. **Sprawdzenie instalacji gazowej** polega na kontroli:

- zgodności wykonania z projektem technicznym, pozwoleniem na budowę oraz obowiązującymi przepisami,
- jakości wykonania instalacji,
- szczelności instalacji.

W czasie odbioru technicznego instalacji wykonawca zobowiązany jest przedstawić następujące **dokumenty**:

- pozwolenie na budowę wydane przez właściwy organ administracji państwowej,
- dziennik budowy,
- wymagane uprawnienia do wykonywania instalacji gazowych,
- dokumentację techniczną (powykonawczą) ze zmianami nanoszonymi podczas budowy,
- protokoły wykonanych prób i badań,
- opinię zakładu kominiarskiego z potwierdzeniem prawidłowości podłączenia urządzeń gazowych do przewodów kominowych oraz drożności przewodów spalinowych,
- certyfikaty (certyfikat na znak bezpieczeństwa B lub znak DT) aprobaty techniczne, deklaracje zgodności,
- warunki techniczne dostawy gazu,
- instrukcje obsługi zamontowanych urządzeń gazowych.

8.2. Kontrola zgodności wykonania instalacji gazowej z projektem technicznym

Kontrola zgodności instalacji gazowej z projektem technicznym polega na sprawdzeniu:

- wymiarów przewodów gazowych i ich właściwego prowadzenia,
- doboru rur, łączników, armatury i materiałów pomocniczych,
- mocowania przewodów i armatury, działania przyborów gazowych

- oraz włączenia rur spalinowych do przewodów spalinowych,
- wykonania wentylacji pomieszczeń,
- zgodności wykonania z obowiązującymi przepisami.

Wszystkie zmiany wprowadzone przez wykonawcę w czasie budowy instalacji muszą być wpisane w dziennik budowy i naniesione w dokumentacji technicznej.

8.3. Kontrola jakości wykonania instalacji gazowej

Kontrola jakości wykonania instalacji gazowej polega na sprawdzeniu:

- jakości zastosowanych materiałów (rur, łączników, lutów, armatury, elementów mocujących) z uwzględnieniem dopuszczenia ich do stosowania w instalacjach gazowych,
- doboru właściwej technologii wykonania,
- sprawności armatury gazowej,
- przystosowania urządzeń gazowych do danego typu gazu.

W czasie kontroli należy poddać wnikliwej ocenie wszystkie połączenia lutowane i sprawdzić czy na całym obwodzie krawędzi kielicha szczelina lutownicza jest wypełniona lutem, co świadczy o właściwym wykonaniu złącza. Wadliwe połączenie należy wyciąć i wykonać ponownie. Wszystkie wyroby stosowane do budowy instalacji gazowych powinny mieć certyfikat na znak bezpieczeństwa B, znak DT, atest energetyczny lub aprobatę techniczną.

8.4. Próba szczelności instalacji gazowej

8.4.1. Uwagi ogólne

Przed napełnieniem paliwem nowo wykonanej instalacji gazowej należy przeprowadzić **próby szczelności**:

- główną próbę szczelności,
- próbę szczelności instalacji gazowej przed napełnieniem paliwem gazowym.

Nie dotyczy to odcinków instalacji gazowej, użytkowanych poza obszarem budynku i położonych poniżej poziomu terenu, których próby szczelności powinny być przeprowadzone zgodnie z wymaganiami zawartymi w Polskich Normach i przepisach dotyczących gazociągów.

Przed próbą szczelności instalację gazową należy przedmuchać sprężonym powietrzem (wolnym od zanieczyszczeń i oleju) lub gazem obojętnym (np. azotem lub argonem), aby usunąć ewentualne zanieczyszczenia i sprawdzić, czy przewód nie jest zatkany. Nie wolno używać do tego tlenu.

8.4.2. Główna próba szczelności

Główniej próbie szczelności podlega instalacja nowo wybudowana, przebudowana, dobudowana, remontowana lub wyłączona z eksploatacji na dłużej niż 6 miesięcy. Instalację gazową uznaje się za przygotowaną do przeprowadzenia głównej próby szczelności, jeżeli jest zmontowana, oczyszczona, ma zaślepienie końcówki, a kurki pozostają w pozycji otwartej. W instalacji nie powinny być zamontowane odbiorniki gazu. Zamiast gazomierzy można zamontować odcinki spinające. Można wykonać próby odrębnie dla części instalacji przed i za gazomierzami. Główną próbę szczelności przeprowadza się przed wykonaniem zabezpieczenia antykorozyjnego. Stanowisko pomiarowe powinno być wyposażone w **manometr** mający zatwierdzenie typu i uwierzytelnienie odpowiedniej klasy dokładności.

Po przedmuchiowaniu instalacji i szczelnym zaślepieniu końców, instalację należy napełnić czynnikiem próbnym (powietrzem lub gazem obojętnym) do ciśnienia **50 kPa**. W instalacji przebiegającej przez pomieszczenia mieszkalne lub zakwalifikowane jako zagrożone wybuchem ciśnienie czynnika próbnego powinno wynosić **100 kPa**.

Jeżeli w czasie **30 min** od ustabilizowania się ciśnienia próby nie nastąpi spadek ciśnienia, to wynik głównej próby szczelności należy uznać za pozytywny.

Z przeprowadzonej próby należy sporządzić protokół podpisany przez uczestniczących w niej inwestora i wykonawcę instalacji gazowej.

8.4.3. Próba szczelności instalacji gazowej przed napełnieniem paliwem gazowym

Próbie szczelności, przed napełnieniem paliwem gazowym, podlega instalacja gazowa zgłoszona dostawcy gazu przez właściciela lub zarządcę, w celu napełnienia paliwem gazowym.

Próbie podlega instalacja, która przeszła pomyślnie główną próbę

szczelności z wynikiem pozytywnym. Próbę wykonuje się bezpośrednio przed napełnieniem paliwem gazowym.

Instalację gazową uznaje się za przygotowaną do przeprowadzenia próby jeżeli jest całkowicie zmontowana i przygotowana do napełnienia paliwem gazowym, a kurki są w pozycji otwartej.

Dopuszcza się niezamontowanie gazomierzy i odbiorników gazu w instalacji przygotowanej do próby. Wówczas pozostające wolne końcówki instalacji powinny być zaślepione.

Stanowisko pomiarowe powinno być wyposażone w jeden z dwóch niżej wymienionych przyrządów pomiarowych (mających zatwierdzenie typu i uwierzytelnienie klasy dokładności):

- manometr o odpowiedniej klasie dokładności,
- przepływomierz z wbudowanymi manometrami, również o odpowiedniej klasie dokładności.

Ciśnienie czynnika próbnego powinno wynosić **150% ciśnienia nominalnego** paliwa gazowego przed odbiornikami gazowymi, ustalonego dla danej grupy i podgrupy paliwa gazowego zgodnie z PN-C-04750.

Po zamontowaniu **manometru** w dowolnym punkcie instalacji, napełnia się ją gazem obojętnym lub powietrzem do ciśnienia próby. Jeżeli po upływie 5 min od momentu ustabilizowania się ciśnienia próby przyrząd pomiarowy nie wykaże spadku ciśnienia, to wynik próby należy uznać za pozytywny.

Podczas przeprowadzania próby za pomocą **przepływomierza** sposób jego zamontowania i szybkość napełniania instalacji muszą być zgodne z zasadami określonymi przez producenta tego urządzenia. Jeżeli po upływie 5 min od momentu ustabilizowania się ciśnienia próby przepływomierz nie wykaże przepływu czynnika próbnego, to wynik próby należy uznać za pozytywny.

Przed napełnieniem instalacji paliwem gazowym należy sporządzić protokół przeprowadzonej próby szczelności, podpisany przez uczestniczących w niej przedstawicieli właściciela lub zarządcy budynku oraz dostawcy paliwa gazowego.

8.5. Odbiór końcowy instalacji gazowej

Po pozytywnym wyniku przeprowadzonych prób szczelności i odbiorze technicznym (wg zaleceń opisanych w p. 8.2 i 8.3) wykonawca wypełnia protokół odbioru instalacji gazowej oraz ustala z dostawcą gazu termin oraz warunki uruchomienia instalacji.

Dostawca gazu po otrzymaniu protokołu odbioru instalacji zawiera z odbiorcą umowę o dostawę gazu.

Inwestor zgłasza przekazanie instalacji do użytkowania do właściwego urzędu rejonowego.

8.6. 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 przede wszystkim na doprowadzeniu gazu do wszystkich odcinków instalacji oraz urządzeń gazowych. Do obowiązków dostawcy gazu należy zamontowanie gazomierzy (oddzielnych dla każdego odbiorcy).

Bezpośrednio przed uruchomieniem instalacji należy sprawdzić, czy wszystkie przewidziane w projekcie miejsca wypływu gazu są zamknięte (kurki, zawory, palniki urządzeń gazowych itp.). Uruchomienie dużych instalacji gazowych zasilających odbiorców w budynkach wielorodzinnych powinno nastąpić przed zasiedleniem budynku, po zamontowaniu wszystkich gazomierzy i odcięciu dopływu gazu przed gazomierzami. Uruchamianie takich instalacji jest dwuetapowe:

- uruchomienie instalacji rozprowadzających w piwnicach oraz pionów gazowych,
- uruchomienie instalacji w poszczególnych mieszkaniach.

Otwarcie dopływu gazu do instalacji gazowej jest związane z niebezpieczeństwem powstania mieszaniny gazu z powietrzem, co stanowi istotne zagrożenie dla odbiorców gazu i dlatego instalację należy odpowietrzyć. Po odpowietrzeniu instalacji sprawdza się działanie wszystkich kurków każdego urządzenia gazowego.

Instalację można uznać za uruchomioną i nadającą się do eksploatacji, jeżeli odpowietrzono wszystkie jej odcinki oraz urządzenia gazowe i sprawdzono, czy wszystkie zamontowane urządzenia funkcjonują prawidłowo. Regulację i sprawdzenie prawidłowości funkcjonowania urządzeń gazowych powinien wykonać pracownik mający odpowiednie uprawnienia, np. przedstawiciel serwisu firmy produkującej gazowe kotły grzewcze.

9. Eksploatacja instalacji gazowej z miedzi

9.1. Uwagi ogólne

Najważniejszym zadaniem podczas rozprowadzania paliw w instalacjach gazowych jest dostarczenie do odbiorników gazu o odpowiednich parametrach przy zapewnionym bezpieczeństwie. Jest to możliwe tylko pod warunkiem prawidłowej eksploatacji instalacji. Za eksploatację instalacji gazowej odpowiada właściciel, zarządca lub użytkownik obiektu. Po pewnym okresie eksploatacji instalacja – często z winy użytkowników – może wykazywać wiele nieprawidłowości zagrażających bezpieczeństwu. Do częstych nieprawidłowości instalacji gazowych zalicza się:

- niewłaściwą lokalizację kurków głównych,
- nieprawidłowe wentylowanie pomieszczeń (zamurowane wyloty kanałów wentylacyjnych, zatkane kratki wentylacyjne itp.),
- zmienioną lokalizację urządzeń gazowych,
- niewłaściwe użytkowanie pomieszczeń, w których jest instalacja i urządzenia gazowe,
- nieszczelności przy kurkach głównych oraz elementach skręcanych instalacji spowodowane wysychaniem uszczelnacza,
- nieszczelności kurków przed urządzeniami,
- niewłaściwe połączenie instalacji z urządzeniem gazowym (na przykład węże gumowym), brak kurka odcinającego przed urządzeniem,
- nieszczelności połączeń gazomierzy z instalacją,
- nieszczelności korpusów gazomierzy,
- kolizje instalacji gazowych z instalacją wodną, kanalizacyjną, centralnego ogrzewania itp.,
- zbyt małe średnice przewodów,
- wadliwe wykonanie połączenia lutowanego,
- brak uszczelnień przy przejściach przewodów przez ściany zewnętrzne budynku,
- brak tulei przy przejściach przewodów przez ściany i stropy budynku.

Warunkiem prawidłowej eksploatacji instalacji gazowej jest wykonywanie okresowych kontroli.

9.2. Kontrola instalacji gazowych

Instalacja gazowa stanowi element wyposażenia budynku, tak więc podlega takim samym wymogom jak wszystkie jego elementy składowe. Zgodnie z art. 62 ustawy *Prawo budowlane* [13] właściciel lub zarządca budynku ma obowiązek **okresowych kontroli instalacji gazowej**:

- wraz ze sprawdzeniem przewodów kominowych (dymowych, spalinowych i wentylacyjnych) – co najmniej raz w roku,
- wraz ze sprawdzeniem stanu sprawności technicznej i wartości użytkowej całego obiektu budowlanego – co najmniej raz na 5 lat.

W ramach **corocznych przeglądów instalacji** należy:

- dokonać przeglądu piwnic, w których zlokalizowane są instalacje,
- sprawdzić dostęp do zaworów i kurków,
- sprawdzić przejścia przewodów przez zewnętrzne ściany budynków,
- sprawdzić stężenie gazu w piwnicach,
- skontrolować szczelność połączeń gwintowanych i kurków,
- sprawdzić eksplozometrem stężenie gazu na górnych piętrach budynków wyposażonych w sanitarne kanały zbiorcze,
- sprawdzić stężenie gazu we wnękach gazomierzowych, szczelność połączeń i stan gazomierzy,
- sprawdzić stan aparatów gazowych w lokalach, prawidłowość ich działania i przebieg procesu spalania gazu,
- sprawdzić stan elastycznych podłączeń przyborów gazowych i ich zgodność z wymaganymi atestami,
- sprawdzić stan przewodów spalinowych,
- sprawdzić funkcjonowanie przewodów wentylacyjnych,
- pomalować przewody instalacji gazowej na kolor żółty,
- sprawdzić stan techniczny pomieszczenia na kurek główny.

W budynkach użytkowanych 15 lat lub dłużej należy, oprócz wyżej wymienionych czynności, wykonać uproszczoną próbę szczelności. Powinien w niej uczestniczyć dostawca gazu, który określi parametry, przy jakich próba powinna być wykonywana.

W ramach **przeглядów wykonywanych co 5 lat** należy dodatkowo:

- sprawdzić stan techniczny instalacji gazowej, w tym wpływ korozji,
- wykonać uproszczoną próbę szczelności instalacji gazowej przy udziale dostawcy gazu.

Z przeprowadzonego przeglądu należy sporządzić **protokół**, w którym zostaną zawarte następujące dane:

- data przeprowadzenia przeglądu,
- skład zespołu przeprowadzającego przegląd,
- zakres przeglądu,
- ustalenia wynikające z wizji lokalnej i pomiarów,
- ustalenia dotyczące dopuszczenia instalacji do dalszej eksploatacji,
- wnioski w sprawie przeprowadzenia niezbędnych prac, przeróbek lub inwestycji,
- podpisy osób wykonujących przegląd i właściciela (zarządcy) budynku.

Oryginał protokołu należy dołączyć do książki obiektu budowlanego.

Przeглядem należy objąć instalacje gazowe budynków wielorodzinnych, zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej.

Kontrole stanu technicznego instalacji gazowych powinny być przeprowadzane przez osoby mające kwalifikacje wymagane przy wykonywaniu dozoru lub usług w zakresie naprawy i konserwacji odpowiednich urządzeń gazowych. Kontrole stanu technicznego przewodów kominowych przeprowadzają kominiarze o kwalifikacjach zatwierdzonych przez izbę rzemieślniczą.

10. Zasady bhp i ppoż.

Podczas eksploatacji instalacji gazowych należy przestrzegać podstawowych zasad bhp i ppoż. ze względu na niebezpieczeństwo zapalenia i wybuchu rozprzodzanego gazu ziemnego.

Roboty na czynnych instalacjach gazowych należą do prac gazo-niebezpiecznych i powinny je wykonywać osoby o odpowiednich kwalifikacjach.

Podczas prac montażowych i eksploatacyjnych należy przestrzegać następujących zasad:

- prace na czynnych instalacjach gazowych można wykonywać dopiero po odcięciu dopływu gazu,
- kontrolę szczelności urządzeń gazowych powinno przeprowadzać się wyłącznie za pomocą środka pianotwórczego lub wykrywacza gazu (eksplozometru),
- w razie wykrycia (eksplozometrem lub wykrywaczem metanu) obecności gazu – trzeba dokładnie przewietrzyć miejsce pracy przed przystąpieniem do robót na przewodach gazowych,
- przed rozpoczęciem prac montażowych należy sprawdzić stan narzędzi i właściwe funkcjonowanie urządzeń,
- do miedzianych połączeń lutowanych, ze względu na toksyczność, powinno się stosować luty bezkadmowe,
- zachować ostrożność przy stosowaniu topników do lutowania (nie wolno wtedy spożywać posiłków ani palić papierosów, a po zakończeniu pracy trzeba niezwłocznie umyć ręce).

Po pożarze budynku gazową instalację miedzianą należy wymienić, niezależnie od jej stanu technicznego. W temperaturze powyżej 400°C następują znaczne wydłużenia rur, co może spowodować rozszczelnienie instalacji.

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

Roboty gazoniebezpieczne powinny wykonywać co najmniej dwie osoby.

Wykaz literatury

Książki i artykuły

- [1] *Instalacje z rur miedzianych. Poradnik.* Praca zbiorowa. Warszawa, COBRTI Instal 1994
- [2] S. JOPP: *Instalacje miedziane przeznaczone do zastosowania w budownictwie komunalnym jako instalacje gazowe.* „Rynek Instalacyjny” – miesięcznik, 1997 nr 4
- [3] M. KARPIŃSKI: *Instalacje gazu.* Warszawa, WSiP 1996
- [4] R. ZAJDA, B. TYMIŃSKI: *Instalacje i urządzenia gazowe.* Warszawa, CSiDZG PGNiG 1996
- [5] *Instalacje wodociągowe, gazowe, ogrzewcze z miedzi. Poradnik.* Praca zbiorowa. Polskie Centrum Promocji Miedzi. Wrocław 2000.

Polskie wymagania techniczne

- [6] A. BARCZYŃSKI, A. KOZŁECKI: *Wytyczne projektowania, wykonania i odbioru instalacji gazowej z miedzi.* Poznań, WOZG 1994
- [7] *Instalacje gazowe na paliwa gazowe. Warunki techniczne COBO-PROFIL.* Warszawa, COBO-PROFIL 2003
- [8] *Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 kwietnia 2003r. w sprawie szczegółowych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci* (Dz. U. 2003r. nr 89 poz. 828)
- [9] *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* (Dz. U. 2002r. nr 75 poz. 690)
- [10] *Rozporządzenie Ministra Przemysłu i Handlu z dnia 31 sierpnia 1993 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w zakładach produkcji, przesyłania i rozprowadzania gazu (paliw gazowych) oraz prowadzących roboty budowlano-montażowe sieci gazowych* (DzU nr 83, z 1993 r., poz. 392)
- [11] *Rozporządzenie Ministra gospodarki z dnia 6 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy magazynowaniu, napełnianiu i rozprowadzaniu gazów płynnych* (Dz. U. 1999r. nr 75 poz. 846)
- [12] *Ustawa z dnia 30 sierpnia 2002r. o systemie oceny zgodności* (Dz. U 2002 nr 166 poz. 1360)
- [13] *Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane* (Dz. U. 2003r. nr 217 poz. 2016)
- [14] *Warunki techniczne wykonania i odbioru kotłowni na paliwa gazowe i olejowe.* Polska Korporacja Techniki Sanitarnej, Grzewczej, Gazowej i Klimatyzacji. Wydanie II Warszawa 2000
- [15] *Wewnętrzne instalacje wodociągowe, ogrzewcze i gazowe z rur miedzianych. Wytyczne stosowania i projektowania.* Warszawa, COBRTI Instal 1996
- [16] *Instalacje gazowe miedzi. Projektowane, wykonywanie, odbiór i eksploatacja.* Praca zbiorowa pod kierunkiem A. Barczyńskiego. (CSiDZG PGNiG S.A. w Warszawie. Warszawa 1998.

Niemieckie wymagania techniczne

- [17] *DVGW GW 2 Łączenie rur miedzianych w instalacjach gazowych i wodociągowych wewnątrz parceli i budynków*
- [18] *DVGW GW 6 Łączniki do lutowania kapilarnego z brązu oraz tączniki przejściowe z miedzi i brązu. Wymagania i zasady kontroli*
- [19] *DVGW GW 7 Topniki do lutowania rur miedzianych w instalacjach gazowych i wodociągowych. Wymagania i zasady kontroli pod kątem próby przydatności*

- [20] DVGW GW 8 Łączniki do lutowania kapilarnego wykonane z rur miedzianych. Wymagania i zasady kontroli
- [21] DVGW GW 392 Miedziane rury ciągnione bez szwu do instalacji gazowych i wodociągowych. Wymagania i zasady kontroli
- [22] DVGW-TRGI'86 – G 600 Technische Regeln für Gas Installationen (Biuletyn roboczy DVGW G 600 Wytyczne techniczne dla instalacji gazowych)
- [23] DVGW-TRGI'86 – G 624 Nachtragliches Abdichten von bestehenden Gas-Innenleitungen

Wykaz norm

Normy polskie

- PN-C-96008 Przetwory naftowe. Gazy węglowodorowe. Gazy skroplone C₃ – C₄.
- PN-C-04750 Paliwa gazowe. Klasyfikacja, oznaczenie i wymagania.
- PN-C-04753 Gaz ziemny. Jakość gazu dostarczanego odbiorcom z sieci rozdzielczej.
- PN-EN 29001 Systemy jakości. Model zapewnienia jakości w projektowaniu i konstruowaniu produkcji, instalowaniu i serwisie
- PN-EN 29002 Systemy jakości. Model zapewnienia jakości w produkcji i instalowaniu
- PN-EN 29003 Systemy jakości. Model zapewnienia jakości w kontroli i badaniach
- PN-EN 1057 Miedz i stopy miedzi. Rury miedziane okrągłe bez szwu do wody i gazu stosowane w instalacjach sanitarnych i ogrzewania.
- PN-EN 1173 Miedź i stopy miedzi. Oznaczenia stanów materiałów.
- PN-71/H-01706 Metale żelazne. Postacie i stany obróbki cieplnej i umocnienia. Nazwy i oznaczenia.
- PN-77/H-82120 Miedź. Gatunki
- PN-92/H-87025 Stopy miedzi do przeróbki plastycznej. Stopy miedzi z cynkiem. Gatunki
- PN-91/H-87026 Odlewnicze stopy miedzi. Gatunki
- PN-ISO 7-1 Gwinty rurowe połączeń ze szczelnością uzyskiwaną na gwincie. Wymiary, tolerancje i oznaczenie
- PN-ISO 228-1 Gwinty rurowe połączeń ze szczelnością nie uzyskiwaną na gwincie. Wymiary, tolerancje i oznaczenie
- PN-801M-02031 Gwinty rurowe stożkowe. Wymiary i tolerancje
- PN-761M-34034 Rurociągi. Zasady obliczeń strat ciśnienia
- PN-921M-34503 Gazociągi i instalacje gazownicze. Próby rurociągów
- PN-861M-40303 Urządzenia gazowe do użytku domowego, komunalnego i turystycznego. Podziały
- PN-801M-69411 Spawalnictwo. Spoiwo srebrne do lutowania
- PN-701M-69413 Spoiwa miedziane, mosiężne, brązowe i niklowe do spawania i lutowania
- PN-EN 45014 Ogólne kryteria dotyczące deklaracji zgodności wydawanej przez dostawców

Normy europejskie

EN 133/20	Gatunki miedzi
EN 1057	Miedź i stopy miedziane. Zastosowanie rur okrągłych miedzianych bez szwu do przewodów wodociągowych i gazowych w instalacjach i urządzeniach sanitarnych i ogrzewczych
EN 1173	Kupfer und Kupferlegierungen – Zustandsbezeichnungen (Miedź i stopy miedziane. Oznaczenia twardości)
EN 1412	Kupfer und Kupferlegierungen – Europäisches Werkstoffnummernsystem (Miedź i stopy miedziane. Europejski system numerowania materiałów)
prEN 133/22	Seamless round copper tubes for water and gas in sanitary and heating applications
prEN 133/80-1	Copper and copper alloys. Plumbing fittings. Part 1: Fittings with ends for capillary soldering or capillary brazing to copper tubes
prEN 133/80-2	Copper and copper alloys. Plumbing fittings. Part 2: Fittings with compression ends for use with copper tubes
prEN 133/80-4	Copper and copper alloys. Plumbing fittings. Part 4: Fittings combining other and connections with capillary or compression ends
prEN 133/99	Miedź i stopy miedzi. Oznaczanie stanu materiału
prEN 1254	Łączniki z miedzi i stopów miedzi
ISO 8491	Badanie rur miedzianych

Normy niemieckie

DIN 1705	Odlewnicze stopy miedzi. Gatunki
DIN 1733	Domieszki spawalnicze
DIN 1786	Rury miedziane do instalacji wodnych i gazowych. (Installationsrohre aus Kupfer. Nahtlosgezogen) – obecnie DIN EN 1057
DIN 1787	Gatunki miedzi. (Kupfer. Halbzeug)
DIN 2856	Łączniki do rur miedzianych. (Kapillarlöt fittings)
DIN 4815	Przewody giętkie dla propanu i butanu
DIN 8511	Część 1: Topniki do lutowania elementów metalowych. Topniki do lutów twardych. Podział (Hartlötpaste und Sweißpulver)
DIN 8513	Część 1: Luty twarde. Luty na bazie miedzi, skład, zastosowanie, techniczne warunki dostaw (Hartlöt)
DIN 8513	Część 2: Luty twarde. Luty z zawartością srebra poniżej 20% udziału wagowego, skład, zastosowanie, techniczne warunki dostaw
DIN 8513	Część 3: Luty twarde. Luty z zawartością srebra co najmniej 20% udziału wagowego, skład, zastosowanie, techniczne warunki dostaw
DIN 17660	Stopy miedzi z cynkiem. Gatunki
DIN 17671	Rury miedziane. Stany kwalifikacyjne
DIN 59753	Rury miedziane do łączenia kapilarnego

Normy brytyjskie

BS 1172	Gatunki miedzi
BS 2871 Part 1	Copper tubes for water, gas and sanitation (Rury miedziane do wody, gazu oraz instalacji sanitarnych)
BS 2871 Part 2	Specification for copper and copper alloys tubes



CIIM

TELEINFORMACJA I DORADZTWO W ZAKRESIE:

- zasad doboru materiałów instalacyjnych w zależności od charakteru instalacji i jakości wody
- projektowania instalacji z miedzi
- oceny jakości wody pod kątem jej oddziaływania na materiał instalacyjny
- sposobów wykonania instalacji z miedzi
- eksploatacji instalacji z miedzi

CENTRUM INFORMACJI O INSTALACJACH Z MIEDZI

przy CENTRALNYM OŚRODKU BADAWCZO-ROZWOJOWYM TECHNIKI INSTALACYJNEJ „INSTAL”

tel./fax (022) 853 57 22

e-mail: ciim@ciim.pl

www.ciim.pl

M I E D Ź
M A ą D R Y
W Y B Ó R



Polskie Centrum Promocji Miedzi
50-136 Wrocław, pl. Jana Pawła II nr 1
www.miedz.org.pl