



MINISTERSTWO EDUKACJI
NARODOWEJ



Marzena Więcek

Montaż instalacji z rur miedzianych

713[02].Z1/2/3/4.03

Poradnik dla ucznia

Wydawca

**Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2006**

Recenzenci:

mgr inż. Piotr Czerwiński

mgr inż. Beata Wiśniewska - Milej

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Marzena Więcek

Konsultacja:

dr inż. Bożena Zając

Korekta:

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 713[02].Z1/2/3/4.03: Montaż instalacji z rur miedzianych. Jednostka jest wspólna dla modułów: 713[02]Z1 – Technologia montażu instalacji wodociągowych i kanalizacyjnych, 713[02]Z2 – Technologia montażu instalacji centralnego ogrzewania, 713[02]Z3 – Technologia montażu instalacji gazowych, 713[02]Z4 – Technologia montażu instalacji wentylacyjnych i klimatyzacji

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2006

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	3
2. Wymagania wstępne	5
3. Cele kształcenia	6
4. Materiał nauczania	7
4.1. Wymagania dotyczące rur i kształtek z miedzi	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	12
4.1.3. Ćwiczenia	13
4.1.4. Sprawdzian postępów	14
4.2. Prace przygotowawcze i obróbka przewodów miedzianych	15
4.2.1. Materiał nauczania	15
4.2.2. Pytania sprawdzające	20
4.2.3. Ćwiczenia	20
4.2.4. Sprawdzian postępów	22
4.3. Łączenie rur i kształtek miedzianych	23
4.3.1. Materiał nauczania	23
4.3.2. Pytania sprawdzające	26
4.3.3. Ćwiczenia	27
4.3.4. Sprawdzian postępów	29
4.4. Montowanie instalacji z rur miedzianych	30
4.4.1. Materiał nauczania	30
4.4.2. Pytania sprawdzające	35
4.4.3. Ćwiczenia	36
4.4.4. Sprawdzian postępów	38
5. Sprawdzian osiągnięć	40
6. Literatura	45

1. WPROWADZENIE

Poradnik będzie Ci pomocny w przyswajaniu wiedzy o technologii montażu instalacji z rur miedzianych, a także ułatwi Ci wykonywanie połączeń na rurach miedzianych i wykonaniu instalacji w tej technologii.

Poradnik ten zawiera:

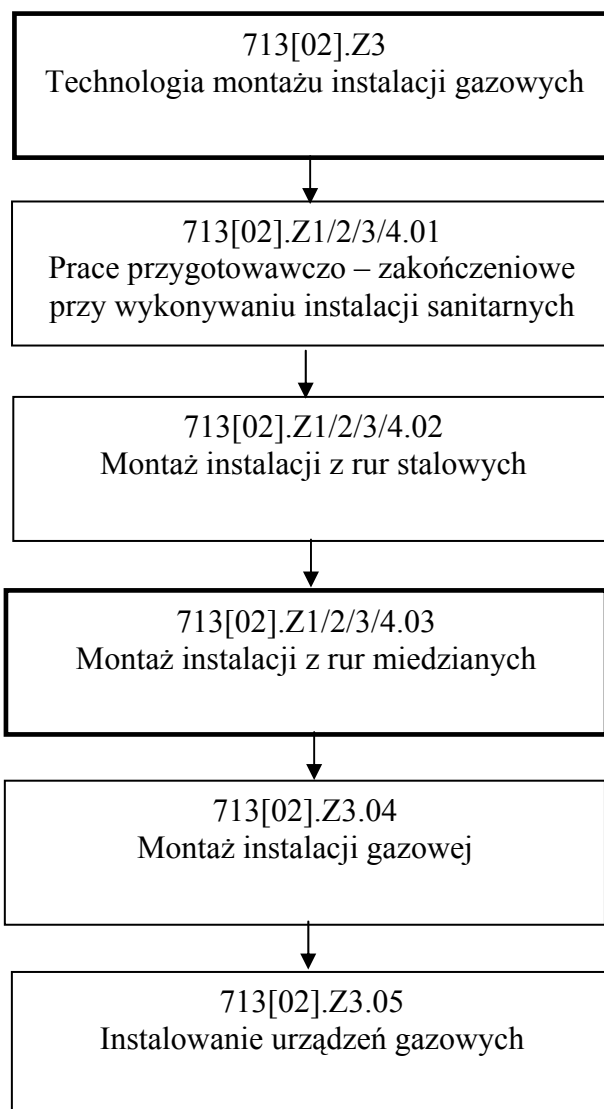
1. Wymagania wstępne, czyli wykaz niezbędnych umiejętności i wiedzy, które powinieneś mieć opanowane, aby przystąpić do realizacji tej jednostki modułowej.
2. Cele kształcenia tej jednostki modułowej.
3. Materiał nauczania (rozdział 4) umożliwia samodzielne przygotowanie się do wykonania ćwiczeń i zaliczenia sprawdzianów. Do poszerzenia wiedzy wykorzystaj wskazaną literaturę oraz inne źródła informacji. Materiał nauczania obejmuje również ćwiczenia, które zawierają:
 - wykaz materiałów, narzędzi i sprzętu potrzebnych do realizacji ćwiczenia,
 - pytania sprawdzające wiedzę potrzebną do wykonania ćwiczenia,
 - sprawdzian teoretyczny,
 - sprawdzian umiejętności praktycznych.
4. Przykład zadania/ćwiczenia oraz zestaw pytań sprawdzających Twoje opanowanie wiedzy i umiejętności z zakresu całej jednostki. Zaliczenie tego ćwiczenia jest dowodem osiągnięcia umiejętności praktycznych określonych w tej jednostce modułowej. Wykonując sprawdzian postępów powinieneś odpowiadać na pytanie tak lub nie, co oznacza, że opanowałeś materiał albo nie.

Jeżeli masz trudności ze zrozumieniem tematu lub ćwiczenia, to poproś nauczyciela lub instruktora o wyjaśnienie i ewentualne sprawdzenie, czy dobrze wykonujesz daną czynność. Po przerobieniu materiału spróbuj zaliczyć sprawdzian z zakresu jednostki modułowej.

Jednostka modułowa: Montaż instalacji z rur miedzianych, której treści teraz poznasz, jest jednym z modułów koniecznych do zapoznania się z procesem wykonywania instalacji sanitarnych lub jej fragmentów z miedzi.

Bezpieczeństwo i higiena pracy

W czasie pobytu w pracowni musisz przestrzegać regulaminów, przepisów bhp oraz instrukcji przeciwpożarowych, wynikających z rodzaju wykonywanych prac. Przepisy te poznasz podczas trwania nauki.



Schemat układu jednostek modułowych

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej „Montaż instalacji z rur miedzianych” powinieneś umieć:

- rozpoznawać materiały instalacyjne,
- stosować terminologię budowlaną,
- organizować stanowisko pracy zgodnie z wymogami ergonomii i bhp,
- przestrzegać zasad bhp, przewidywać i zapobiegać zagrożeniom,
- stosować procedury związane z ratowaniem poszkodowanego w wyniku wypadku przy pracy,
- posługiwać się przyrządami pomiarowymi,
- trasować miejsca montażu instalacji,
- rozpoznawać oznaczenia graficzne na dokumentacji budowlanej,
- odczytywać dokumentację budowlaną,
- korzystać z różnych źródeł informacji.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- określić wymagania materiałowe dotyczące miedzi,
- scharakteryzować wymagania dotyczące stanu kwalifikacyjnego elementów instalacyjnych z miedzi,
- wskazywać zasady oznakowania, pakowania, magazynowania i transportu rur miedzianych,
- rozróżnić kształtki miedziane,
- przygotować na podstawie wykazu materiały potrzebne do montażu instalacji z rur miedzianych,
- ocenić stan techniczny rur i łączników miedzianych niezbędnych do montażu instalacji,
- wykonać cięcie rur miedzianych na określony wymiar,
- przygotować końcówki rur miedzianych do montażu,
- wykonać gięcie rur miedzianych o różnych średnicach,
- przygotować sprzęt do lutowania rur miedzianych,
- wykonać połączenia nierozłączne rur miedzianych za pomocą lutowania twardego i miękkiego,
- wykonać połączenia rozłączne rur miedzianych,
- wykonać prace przy montażu instalacji z rur miedzianych, zgodnie z obowiązującymi przepisami bhp i ochrony ppoż.,
- zamocować elementy instalacji z rur miedzianych w budynku,
- przeprowadzić instalacje z rur miedzianych różnymi sposobami,
- wykonać kompensatory wydłużeń cieplnych przewodów z rur miedzianych,
- wykonać przejścia instalacji z rur miedzianych na instalacje wykonane z innych materiałów,
- posłużyć się instalacyjną dokumentacją techniczną.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Wymagania dotyczące rur i kształtek z miedzi

4.1.1. Materiał nauczania

Wymagania: materiałowe, kwalifikacyjne i wymiarowe rur i kształtek miedzianych

Rury z miedzi znajdują zastosowanie w instalacjach wodociagowych wody zimnej i ciepłej, instalacjach grzewczych i instalacjach gazowych. W zależności od swojego stopnia twardości, a więc wytrzymałości mechanicznej, ich wykorzystanie jest następujące:

- rury w stanie miękkim oznaczone symbolem R 220: instalacje wodociagowe, grzewcze;
- rury w stanie półtwardym oznaczone symbolem R 250: instalacje wodociagowe, grzewcze;
- rury w stanie twardym oznaczone symbolem R 290: instalacje gazowe, wodociagowe, grzewcze.

W instalacjach centralnego ogrzewania oprócz rur „gołych” wykorzystywane są rury miedziane w fabrycznie nałożonych otulinach oraz rury z płaszczem tworzywowym, czyli tzw. rury preizolowane.

Jako materiał łączników do instalacji wykonanej z miedzi stosuje się oprócz miedzi również mosiądz i brąz.

Mosiądz jest stopem miedzi, w którym głównym dodatkiem stopowym jest cynk.

Brąz jest stopem miedzi, w którym głównym dodatkiem stopowym jest cyna.

Do zalet instalacji wykonywanych z miedzi należą:

- wysoka trwałość przewodów,
- niewielki ciężar materiału,
- łatwy, szybki i tani montaż – między innymi poprzez wyeliminowanie połączeń gwintowanych na korzyść lutowanych,
- większa niezawodność ze względu na stosowane połączenia nierozłączne,
- mniejsze zużycie materiału – stosowanie rur o mniejszych średnicach i mniejszych grubościach ścianek w stosunku do instalacji wykonanych ze stali,
- bakteriostatyczne oddziaływanie miedzi w stosunku do wody instalacyjnej (instalacje wodociagowe),
- nieprzepuszczalność dla gazów (istotne dla instalacji grzewczych),
- koszt porównywalny z kosztami instalacji wykonywanych z innych materiałów,
- uniwersalne stosowanie poszczególnych elementów instalacji niezależnie od ich producenta.

Pewnym ograniczeniem stosowania miedzi w instalacjach wodnych jest ich łączenie z innymi materiałami instalacyjnymi. Polega ono na tym, aby w instalacjach ciepłej i zimnej wody nie instalować przewodów lub urządzeń stalowych (stalowych ocynkowanych) za przewodami z miedzi, uwzględniając kierunek przepływu.

Zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami wprowadzonymi ustawą „Prawo budowlane” wszystkie materiały, urządzenia i elementy instalacji z miedzi powinny posiadać dopuszczenie do obrotu i stosowania w budownictwie.

Dopuszczenie to jest gwarancją, że spełnione są wymagania stawiane instalacjom i jej poszczególnym elementom.

Dokumentami stwierdzającymi, że wyrób z miedzi jest dopuszczony do stosowania w instalatorstwie sanitarnym są:

- certyfikat zgodności z Polską Normą lub Aprobata Techniczną,
- deklaracja zgodności z Polską Normą lub Aprobata Techniczną.

Aby zastosować właściwą rurę miedzianą do wykonania instalacji sanitarnej lub jej fragmentu, należy korzystać z wytycznych dotyczących wymagań wymiarowych.

Wymagania w tym zakresie przedstawiają tabele nr 1, 2, 3.

Tabela 1. Nominalne średnice zewnętrzne i grubości ścianek rur miedzianych [5]

Średnica zewnętrzna	Dopuszczone grubości Ścianek [mm]
6,8	0,6; 0,8; 1,0
10	0,6; 0,7; 0,8; 1,0
15	0,7; 0,8; 1,0
18	0,8; 1,0
22,28	0,9; 1,0; 1,2; 1,5
35, 42	1,2; 1,5
54	1,2; 1,5; 2,0
64	2,0
66,7	1,2
76,1	1,5; 2,0
88,9	1,5; 2,0
108	1,5; 2,5
133	1,5; 3,0
159	2,0; 3,0
219, 267	3,0

Tabela 2. Wymiary rur do instalacji ogrzewania [5]

Średnice nominalne (zewnętrzne) rur [mm]	Grubości ścianek rur [mm]
8; 10; 12; 14 ^{b)} ; 15; 18	0,8; 1,0
22	0,9; 1,0; 1,2; 1,5
28	1,0; 1,2; 1,5
35; 42	1,2; 1,5
54	1,2; 1,5; 2,0
64	2,0
76,1	1,5; 2,0
88,9	2,0
108	1,5; 2,5
133	1,5; 3,0
159	2,0; 3,0
219; 267	3,0
* rury do instalacji grzewczych płaszczyznowych	

Tabela 3. Wymiary rur do instalacji wodociagowych i instalacji gazowych [5]

Średnice nominalne (zewnątrzne) rur [mm]	Grubości ścianek rur [mm]
10; 12; 15; 18	1,0
22; 28	1,2; 1,5
35; 42	1,5
54	2,0
64	2,0
76,1	2,0
88,9	2,0
108	2,5
133; 159; 219; 267	3,0

Każda rura powinna być oznaczona trwale napisem umieszczonym wzdłuż rury, zawierającym:

- numer normy, wg której jest wykonana rura (PN EN 1057),
- nominalne wymiary: średnica x grubość ścianki w mm,
- znak wytwórcy,
- data produkcji - rok i kwartał (I - IV) lub rok i miesiąc (1 - 12).

Rury w otulinie powinny posiadać - poza napisem na rurze - również napis na otulinie, który powinien zawierać:

- średnicę zewnętrzną i grubość ścianki rury w mm,
- znak identyfikacyjny producenta,
- datę produkcji: rok i kwartał lub rok i miesiąc.



Rys. 1. Przykłady oznakowań rur miedzianych [5]

Rodzaje łączników z miedzi

Do łączenia rur miedzianych o średnicach zewnętrznych od 8 do 108 mm służą dwa rodzaje łączników:

- łączniki do lutowania kapilarnego,
- łączniki zaciskowe.

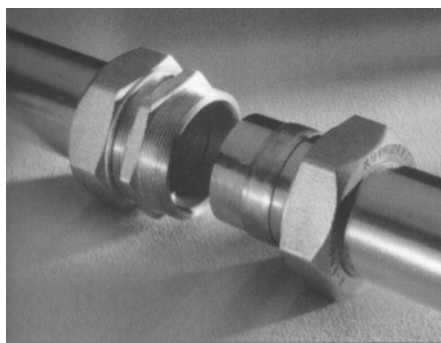
Rury o średnicach powyżej 108 mm zaleca się łączyć tylko metodą spawania doczołowego.

Produkowane są także łączniki z końcówkami różnego typu (mieszane), służące do łączenia rur miedzianych z rurami z innych materiałów: stalowymi i z tworzyw sztucznych oraz armaturą i innymi elementami wyposażenia instalacji wodnych i gazowych

Łączniki do lutowania kapilarnego posiadają końcówki kielichowe dostosowane do wymiarów rur miedzianych. Wsunęta do kielicha końcówka rury jest spajana z łącznikiem lutem, który wnika do kapilarnej szczeliny pomiędzy rurą a kielichem. Część łączników posiada końcówki bosc, służące do łączenia z innymi łącznikami

W instalacjach wykonywanych z rur miedzianych mogą być używane łączniki zaciskowe o różnej konstrukcji i zasadzie działania

Typowy łącznik zaciskowy, w którym metalowy pierścień płaski lub zacinający dociskany jest przez obrót nakrętki na gwintowanym korpusie przedstawia rysunek 2. Jest to połączenie częściowo rozłączne - po wymianie pierścienia. Łącznik ten może być użyty do połączenia nowej rury.

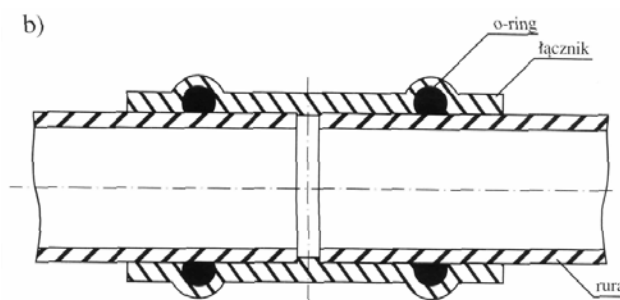


Rys. 2. Części składowe łącznika zaciskowego [5]

Odmianą łączników zaciskowych są łączniki nasuwane, które można przesuwać wzdłuż rury (nie mają ograniczników), a pierścień zaciskowy jest wykonany z materiału elastycznego.

Łączniki zaciskowe mogą być stosowane do łączenia rur o maksymalnej średnicy 108 mm.

Jedną z odmian łączników zaciskowych są łączniki zaprasowywane (używana jest też nazwa „obciskane”) o różnych konstrukcjach. Łączniki te posiadają wewnątrz łącznika rowek, w którym umieszczona jest elastyczna uszczelka. Po obciśnięciu łącznika wokół wsuniętej rury za pomocą specjalnej prasy tworzy się szczelne nierozłączne połączenie - rys. 3.



Rys. 3. Łącznik obciskany: a – stan przed zainstalowaniem, b – schemat po zainstalowaniu [5]

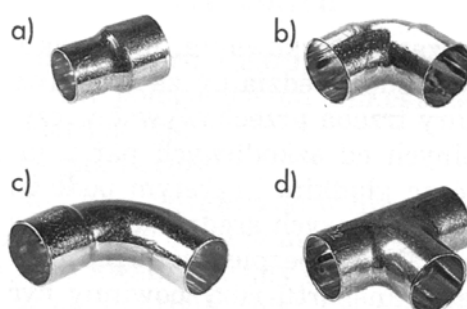
Kolejną odmianą łączników są łączniki z końcówkami gwintowanymi.

Łączniki mogą posiadać dwa rodzaje gwintów:

- gwinty rurowe: zewnętrzne stożkowe R, wewnętrzne stożkowe R_c i wewnętrzne walcowe R_p,
- gwinty mocujące z uszczelnieniem doczołowym: wewnętrzne walcowe G i zewnętrzne walcowe GA i GB.

Podstawowe łączniki miedziane to:

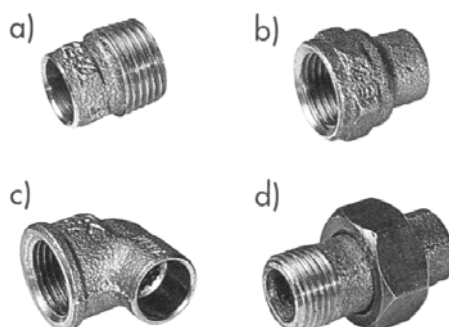
- złączka równoprzelotowa i redukcyjna,
- kolana jedno-, dwukielichowe,
- łuki jednokielichowe,
- łuki dwukielichowe – o kącie 45° i 90°,
- łuki 180°,
- trójniki równoprzelotowe,
- trójniki redukcyjne,
- czwórniki,
- korki.



Rys. 4. Łączniki miedziane [1]

Wśród łączników ze stopów miedzi podstawowymi są:

- złączki proste i redukcyjne z gwintem zewnętrznym lub wewnętrznym,
- złączki proste i redukcyjne z końcówką kielichową,
- kolana z gwintami i kielichami do lutowania,
- dwuzłączki proste z końcami do gwintowania i lutowania,
- dwuzłączki kątowe z końcami do gwintowania i lutowania,
- łączniki zaciskowe.



Rys. 5. Łączniki ze stopów miedzi [1]

Magazynowanie, transport rur i łączników

Zalecenia dotyczące transportu i magazynowania są następujące:

- Rury w odcinkach prostych w stanie twardym i półtwardym powinny być pakowane do drewnianych skrzyń wyłożonych folią.
- Rury w stanie półtwardym powinny być pakowane do skrzyń w wiązkach po maksymalnie 10 sztuk. Masa 1 wiązki nie może przekraczać 100 kg. Do wiązania rur należy używać taśmy samoprzylepnej.
- Rury o różnych średnicach można pakować tylko w oddzielnych wiązkach.
- Rury twarde można pakować luzem.
- Rury miękkie w kręgach pakuje się w kartony. Masa 1 opakowania nie powinna przekroczyć 50 kg.
- Końce rur powinny być zabezpieczone zaślepkami z tworzywa sztucznego, aby uniemożliwić przedostawanie się zanieczyszczeń do wnętrza rury.
- Każde opakowanie producent powinien opisać informacją zawierającą:
 - nazwę wytwórcy,
 - postać lub stan kwalifikacyjny rur,
 - wymiary rur,
 - numer partii,
 - masę netto i brutto,
 - cechę materiału,
 - atest hutniczy, świadectwo jakości.
- Łączniki powinny być pakowane w sposób zabezpieczający je przed zanieczyszczeniem, uszkodzeniami mechanicznymi i korozją.
- W jednym opakowaniu można umieszczać tylko łączniki tego samego typu, wymiaru i wykonane z tego samego materiału.
- Pomieszczenia, w których przechowywane są rury i łączniki powinny być czyste, bez szkodliwych oparów.
- Rozmieszczenie rur powinno eliminować możliwość ich uszkodzenia mechanicznego, np. przez przypadkowe nadeptanie.

4.1.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do zaplanowania przebiegu ćwiczeń i ich wykonania.

- 1) Jakie znasz rodzaje rur miedzianych?
- 2) Jakie instalacje można wykonać z rur miedzianych twardych?
- 3) Jakie instalacje można wykonać z rur miedzianych miękkich i półtwardych?
- 4) Jakie zalety ma instalacja wykonana z miedzi?
- 5) Jak muszą być oznakowane rury miedziane?
- 6) Jakie rodzaje łączników są stosowane w instalacjach miedzianych?
- 7) Kiedy możemy stosować łączniki miedziane?
- 8) Kiedy możemy stosować łączniki zaciskowe?
- 9) Jakie znasz odmiany łączników zaciskowych?
- 10) Z jakiego rodzaju materiału wykonane są łączniki z końcówkami gwintowanymi?
- 11) Czy rozróżniasz łączniki z miedzi?
- 12) Czy rozróżniasz łączniki ze stopów miedzi?
- 13) Co to jest mosiądz?
- 14) Co to jest brąz?
- 15) Jakie są zasady magazynowania rur i łączników miedzianych?
- 16) Jakie są warunki transportu rur i łączników miedzianych?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Z zestawu łączników dobierz te, które niezbędne są do wykonania fragmentu instalacji wykonanej z miedzi twardej DN18 o zadanym przebiegu przedstawionym w dokumentacji będącej częścią Instrukcji.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinien:

- 1) zapoznać się z dokumentacją zadania,
- 2) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 3) zastosować się do poleceń zawartych w instrukcji zadania,
- 4) wybrać kształtki do montażu fragmentu instalacji,
- 5) sprawdzić poprzez wstępne połączenie, czy dobrane kształtki pasują ze względu na średnicę i oczekiwaną dokumentacją zadania technikę ich połączenia,
- 6) dokonać oceny poprawności ćwiczenia.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- zestaw rur o różnym stanie kwalifikacyjnym twardości, kształtek miedzianych oraz łączników ze stopów miedzi o różnych średnicach,
- przybory do pisania,
- arkusze do pisania,
- instrukcja do wykonania ćwiczenia wraz z dokumentacją zadania,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 2

Wykonaj zestawienie materiałowe niezbędne do wykonania fragmentu instalacji przedstawionej w dokumentacji będącej częścią Instrukcji.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinien:

- 1) zapoznać się z instrukcją wykonania ćwiczenia,
- 2) zapoznać się z dokumentacją zadania,
- 3) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 4) zastosować się do poleceń zawartych w instrukcji,
- 5) dokonać analizy rozwiązania wykonanego ćwiczenia,
- 6) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 7) dokonać oceny poprawności wykonanego ćwiczenia.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- instrukcja do wykonania ćwiczenia,
- dokumentacja projektowa fragmentu instalacji,
- literatura z rozdziału 6.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:	Tak	Nie
1) wskazać zalety instalacji wykonywanych z miedzi?	☐	☐
2) dobrać rury i kształtki dla realizacji zadania montażowego?	☐	☐
3) wskazać rodzaj rury dla potrzeb instalacji: wodociągowej, grzewczej i gazowej?	☐	☐
4) rozpoznać rury i kształtki po ich oznakowaniu?	☐	☐
5) określić warunki składowania rur i kształtek miedzianych?	☐	☐
6) określić sposób transportu rur i łączników z miedzi?	☐	☐
7) prawidłowo nazwać kształtki instalacyjne?	☐	☐
8) określić, kiedy stosujemy łączniki miedziane?	☐	☐
9) określić, kiedy stosujemy łączniki ze stopów miedzi?	☐	☐

4.2. Prace przygotowawcze i obróbka przewodów miedzianych

4.2.1. Materiał nauczania

Narzędzia i sprzęt do montażu

Aby wykonana instalacja z miedzi była szczelna, trwała i wykonana zgodnie z zasadami obowiązującymi przy pracach monterskich rury miedziane muszą być przygotowane do łączenia w następujący sposób:

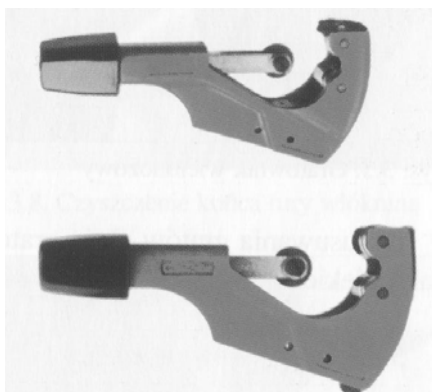
- krawędź rur musi być prostopadła, czysta i pozbawiona zadziorów,
- rury nie mogą być uszkodzone i zdeformowane,
- obróbka rur wykonana specjalistycznymi narzędziami.

Do obróbki i łączenia rur miedzianych przeznaczone są następujące narzędzia i urządzenia:

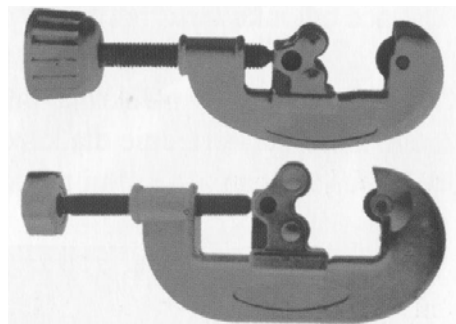
- do cięcia i obróbki powierzchni:
 - piłki do metalu z drobnozębnymi brzeszczotami,
 - obcinarki krążkowe,
- do kalibrowania:
 - kalibrowniki,
- do kielichowania:
 - ekspandery,
- do gięcia:
 - giętarki ręczne i hydrauliczne z napędem hydraulicznym,
- do czyszczenia:
 - drobnoziarnisty papier ścierny,
 - wełna stalowa,
 - włókno tworzywowe,
 - szczotki druciane, tkanina
- do lutowania:
 - palniki z butlą na propan – butan i powietrze,
 - palniki na propan – butan i tlen,
 - palniki na acetylen i powietrze,
 - zapalacz do gazu,
 - osłony metalowe ze szczeliną powietrzną,
 - maty z włókna węglowego,
 - klucz grzechotka,
 - sprężarka lub butla z gazem obojętnym,
- narzędzia i sprzęt pomocniczy:
 - młotek,
 - kombinerki,
 - okulary ochronne.

Najbardziej wskazanym narzędziem do cięcia rur miedzianych z racji uzyskiwanej prostopadłości i gładkości jest obcinarka krążkowa. Stosowana może być dla zakresu średnic DN 10 – DN 108. Obcinarki krążkowe posiadają możliwość wymiany noża krążkowego. Przy prawidłowym użytkowaniu - są to narzędzia trwałe. Gdy z czasem ulegają zużyciu (powstawaniu zbyt wielkich luzów na prowadnicach ruchomego trzpienia) powstająca nieprawidłowość dyskwalifikuje narzędzie. Uzyskiwana wówczas linia cięcia nie jest prostopadła do obwodu.

Obcinarki krążkowe mogą mieć budowę wykorzystującą zasadę: stałe rolki podpierające i ruchomo osadzony wymieniały nóż krążkowy, lub: stały, obrotowy nóż krążkowy i ruchome rolki podpierające.



Rys. 6 Obcinarka krążkowa teleskopowa [5]



Rys. 7 Obcinarka krążkowa ze stałym nożem [5]

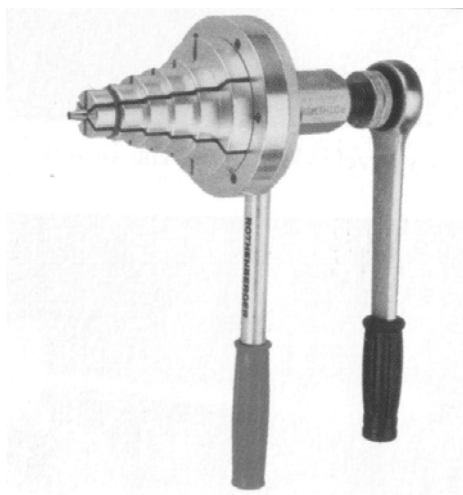
Do cięcia rur o najmniejszych średnicach i rur z miedzi miękkiej służy obcinarka nożycowa. Aby przyciąć rurę na zadany wymiar, należy utrzymywać narzędzie w pozycji stałej i obracać przy cięciu rury.

Krawędź rur po cięciu powinna być pozbawiona zadziorów, które w technice instalacyjnej nazywamy gratami. Graty powstawać mogą zarówno na wewnętrznej, jak i zewnętrznej powierzchni rury.

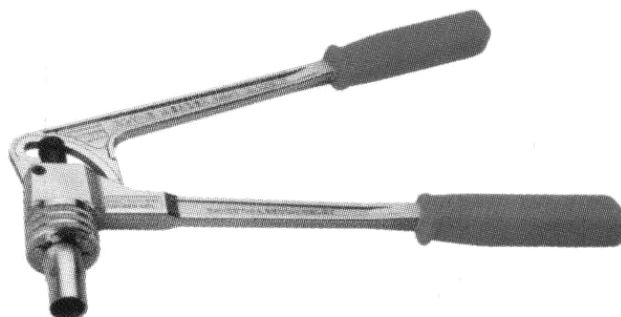
Narzędziem do usuwania tych nierówności może być gratownik. Elementem głównym gratownika jest graniastosłup skośny, którego krawędzie są krawędziami tnącymi. Krawędzie te usuwają graty wewnętrzne.

Innym narzędziem doskonale nadającym się do usuwania nierówności krawędzi jest skrobak.

Jeżeli nie stosujemy łącznika z końcówkami kielichowymi, można końcówkę rury miedzianej przystosować do łączenia kielichowego poprzez samodzielne wykonanie kielicha. Do tego celu służy kielichownica, czyli ekspander. Jeżeli wykonujemy kielichowanie rury miedzianej twardej – należy ją przed obróbką poddać wyżarzeniu.



Rys.8. Przyrząd ręczny do kielichowania rur o średnicy do 110 mm [5]



Rys. 9. Ekspander do kielichowania rur o średnicach 8 – 42 mm [5]

Do gięcia rur miedzianych wykorzystuje się najczęściej giętarke ręczną. Można nią wykonywać operację gięcia bez dodatkowego wyżarzania. Rury twarde poddawane gięciu przy jej pomocy mogą mieć średnicę tylko do 22 mm. Dla ułatwienia pracy giętarce można posmarować obszar gięcia olejem mineralnym, który po wykonanej czynności należy usunąć.

Wyznaczanie przebiegu osi giętej rury przedstawia rysunek 10.



Rys. 10. Wyznaczanie przebiegu osi giętej rury [4]

Bezpośrednio przed lutowaniem powierzchnia łączonych elementów musi być oczyszczona do metalicznego połysku. Służą do tego celu włókna tworzywowe, wełna stalowa, papier ścierny o ziarnistości maksimum 240 i specjalne szczotki druciane.

Technika obróbki rur miedzianych

Przygotowanie każdego złącza zaczyna się od cięcia rury na zadany wymiar.

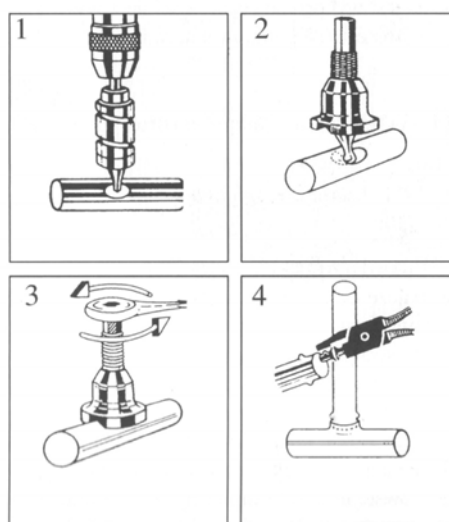
Po prostopadłym przycięciu (nożyce krążkowe, ręczne lub piłka z drobnozębnym brzeszczotem) należy usunąć graty (gratowniki, skrobaki).

Rury w zwojach często odkształcają się, co powoduje konieczność kalibracji, czyli likwidacji owalu rury. Właściwy kształt rur do montażu uzyskuje się poprzez proces kalibrowania. Nie należy równocześnie kalibrować wewnętrznej i zewnętrznej średnicy rury. Należy zacząć od wewnętrznej, a zakończyć kalibracją zewnętrzną średnicy rury. Czynność kalibracji nie wymaga mocowania rury w imadle. Nieprawidłowo wykonane kalibrowanie może uszkodzić narzędzie.

Wykonanie samodzielnie kielicha na rurze miedzianej dopuszczalne jest jedynie dla instalacji wody zimnej, ciepłej i grzewczej (temperatura przewodzonego czynnika nie może przekraczać 110°) pod warunkiem, że łączone rury mają równe średnice lub wymagana jest jednostopniowa redukcja.

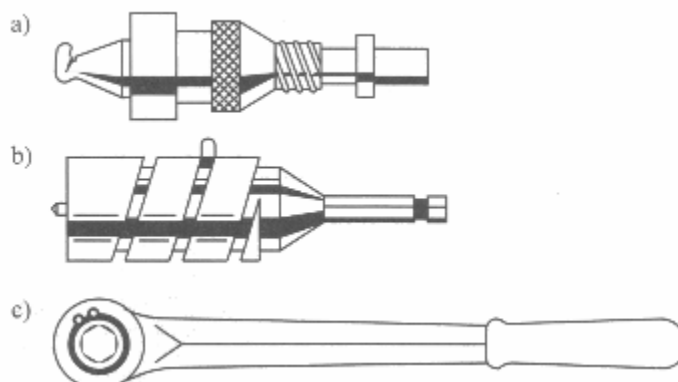
Kielichowanie rur miękkich wykonuje się bez wstępnego grzania, rury twarde muszą być wyżarzane, aby zmiękczyć materiał przed obróbką.

Wyoblanie, czyli wykonanie odgałęzienia bezpośrednio na rurze, możliwe jest tylko w przewodach instalacji wodnych. Drugim warunkiem pozwalającym na wyoblanie jest, aby średnica odgałęzienia była mniejsza od średnicy przewodu, do którego będzie ona wykonywana. Przebieg wyoblania przedstawia rysunek 11.



Rys. 11. Przebieg operacji wyoblania odgałęzienia [5]

Zestaw ręcznych narzędzi do wyoblania boczników przedstawia rysunek 12.



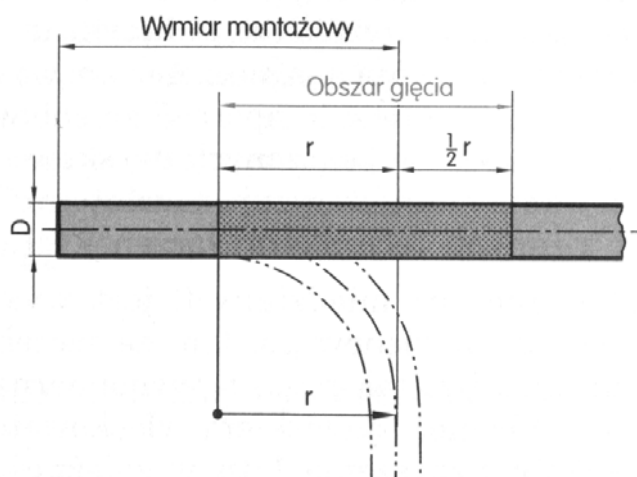
Rys. 12. Zestaw ręcznych narzędzi do wyoblania boczników: a) wyoblak dla dowolnej średnicy, b) nastawny wycinak otworu, c) klucz zapadkowy do wyoblaka [2]

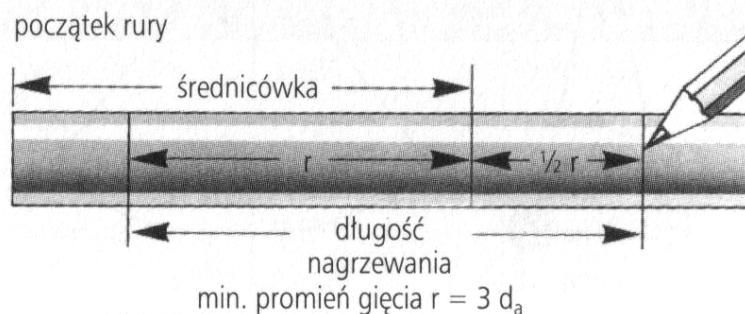
Jeżeli dla zachowania warunków dokumentacji budowlanej niezbędne jest wykonanie operacji gięcia, warunkiem prawidłowości tej czynności jest przestrzeganie zasady, aby minimalny promień gięcia był zgodny z tabelą 4.

Tabela 4. Wytyczne gięcia rur miedzianych [5]

Rodzaj rury	Stan	Średnia zewn. D_z	Metoda gięcia	Promień gięcia
Rury bez osłony	miękki w zwojach	do 22 mm	na zimno: - ręcznie - giętarką	$r = 6$ do $8 d_z$ $r = 3$ do $6 d_z$
	twardy w odcinkach prostych	do 15 mm do 18 mm	na zimno: - giętarką - giętarką	$r \geq 3,5 d_z$ $r \geq 4 d_z$
	twardy w odcinkach prostych	powyżej 22 mm	na gorąco: giętarką (przy odpowiedniej też na zimno)	$r \geq 4$ do $5 d_z$
Rury z/i fabryczną osłoną	miękki w zwojach	do 22 mm	na zimno: - ręcznie - giętarką	$r \geq 6$ do $8 d_z$ $r \geq 5$ do $5,5 d_z$
	twardy w odcinkach prostych	do 18 mm	na zimno: - giętarką	$r \geq 5$ do $5,5 d_z$

- rury miedziane twarde wolno giąć na zimno tylko do średnicy zewnętrznej 18 mm,
- rury miedziane twarde o średnicy większej od 18 mm można giąć po uprzednim zmiękczeniu przez wyżarzenie,
- należy unikać zbędnego wprowadzania ciepła do materiału rur miedzianych, które stanowią część instalacji wodociągowej, gdyż zwiększa to ryzyko korozji,
- w przypadku większych średnic należy użyć giętarki o napędzie elektrycznym,
- aby uniknąć powstawania fałd na łuku wewnętrznym giętej na ciepło rury, należy wypełnić jej wnętrze drobnoziarnistym piaskiem kwarcowym,
- położenie łuku na rurze wymierzyć za pomocą średnicówki,

**Rys. 13.** Wyznaczanie położenia osi giętej rury i trasowanie obszaru gięcia [1]



Rys. 14. Wyznaczanie długości nagrzewania [3]

- od średnicówki odmierzyć promień gięcia w kierunku początku rury,
- w przypadku gięcia na ciepło należy po wykonaniu gięcia odmierzyć $\frac{1}{2}$ promienia w przeciwnym kierunku,
- przy gięciu na ciepło wyżarzanie należy rozpocząć od ustawienia palnika na miękki płomień, następnie należy ogrzać rurę równomiernie aż do uzyskania ciemnoczerwonej barwy rury, ręką zabezpieczoną rękawicą zgiąć rurę, sprawdzić poprawność gięcia za pomocą kątownika, skorygować ewentualne błędy, usunąć piasek i swobodnie schłodzić rurę.

Po wykonaniu wszystkich czynności związanych z dopasowaniem długości, kształtu i wymiaru rury, bezpośrednio przed lutowaniem należy końcówki rur oczyścić do metalicznego połysku materiałami wcześniej wymienionymi.

4.2.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do zaplanowania przebiegu ćwiczeń i ich wykonania.

1. Jakie materiały pomocnicze niezbędne są do przygotowania rury i jakie złączki do wykonania połączenia?
2. Jakie narzędzia niezbędne są do przycięcia rury na zadany wymiar?
3. Jak należy obrobić końcówki rur po operacji cięcia?
4. Jakie narzędzia służą do usuwania zadziorów wewnętrznych i zewnętrznych na rurze?
5. W jaki sposób samodzielnie można wykonać kielich na końcu rury bosej?
6. W jakich przypadkach nie wolno wykonywać kielichowania?
7. Jakie zasady obowiązują przy operacji wyoblania?
8. Jakie są kolejne czynności podczas gięcia rury?
9. Kiedy stosujemy gięcie na zimno?
10. Kiedy stosujemy gięcie z wyżarzaniem?
11. Co to jest kalibracja, czym ją wykonujemy i w jakiej kolejności?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Dokonaj cięcia rury miedzianej miękkiej o średnicy 28 mm na zadany dokumentacją wymiar, przygotuj końcówkę przyciętej rury do połączenia.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinienś:

- 1) zapoznać się z instrukcją wykonania i dokumentacją zadania,
- 2) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 3) zapoznać się z zasadami cięcia rur miedzianych,
- 4) dobrać narzędzie do cięcia rury,
- 5) dobrać rurę miedzianą miękką o średnicy 28 mm,
- 6) wytrasować obszar cięcia rury,
- 7) sprawdzić stan techniczny narzędzia do cięcia
- 8) ocenić jakość przycinanej rury, sprawdzić, czy nie ma deformacji,
- 9) wykonać cięcie rury zgodnie z zasadami cięcia i dobranego narzędzia,
- 10) usunąć graty,
- 11) dokonać kalibracji przyciętego końca rury,
- 12) oczyścić końcówkę rury do metalicznego połysku,
- 13) zlikwidować stanowisko pracy,
- 14) zagospodarować odpady,
- 15) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 16) dokonać oceny ćwiczenia.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- stół montażowy z dostępem do oświetlenia,
- przymiar liniowy,
- suwmiarka,
- odcinek rury miedzianej miękkiej o średnicy 28 mm,
- prowadnica korytkowa przy wyborze piły z drobnozębnyymi brzeszczotami,
- przecinarka krążkowa,
- gratownik lub skrobak,
- kalibrownica,
- zestaw materiałów czyszczących
- ołówek,
- instrukcja do wykonania ćwiczenia zawierająca dokumentację zadania,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 2

Wykonaj łuk o kącie 90° na odcinku rury miedzianej miękkiej o średnicy 22 mm zgodnie z dokumentacją.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinienś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) zapoznać się z dokumentacją zadania i instrukcją wykonania ćwiczenia,
- 3) zapoznać się techniką gięcia rur miedzianych,
- 4) dobrać rurę miedzianą miękką o średnicy 22 mm,
- 5) dobrać promień gięcia,
- 6) posłużyć się średnicówką, aby wytrasować obszar gięcia,
- 7) wsunąć rurę do giętarki aż do pokrycia się znaków na giętance i oznaczeń na giętej rurze,

- 8) zgiąć rurę do zadanego promienia gięcia,
- 9) sprawdzić otrzymany kąt gięcia za pomocą kątownika,
- 10) skorygować ewentualne błędy,
- 11) wyjąć rurę z giętarki,
- 12) zlikwidować stanowisko pracy,
- 13) zagospodarować odpady,
- 14) zaprezentować efekty swojej pracy,
- 15) dokonać oceny ćwiczenia.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- stół montażowy z dostępem do oświetlenia,
- przymiar liniowy,
- suwmiarka,
- średnicówka,
- kątownik,
- odcinek rury miedzianej miękkiej o średnicy 22 mm,
- giętarka ręczna,
- ołówek,
- instrukcja do wykonania ćwiczenia zawierająca dokumentację zadania,
- literatura z rozdziału 6.

4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) zorganizować stanowisko do wykonania ćwiczeń?	☐	☐
2) przygotować końcówki rur miedzianych do połączenia?	☐	☐
3) dobrać narzędzia i sprzęt do wykonywania połączeń na rurach miedzianych?	☐	☐
4) posłużyć się narzędziami i sprzętem do przycinania rur miedzianych?	☐	☐
5) posłużyć się narzędziami i sprzętem do gięcia rur miedzianych?	☐	☐
6) wykonać kielichowanie?	☐	☐
7) wykonać wyoblanie boczników?	☐	☐
8) wykonać zadany kąt gięcia na rurze miedzianej na zimno?	☐	☐
9) wykonać zadany kąt gięcia na rurze miedzianej z wyżarzaniem?	☐	☐
10) kalibrować przewody?	☐	☐
11) dokonać prezentacji wykonanego ćwiczenia?	☐	☐
12) wykorzystać zdobyte wiadomości w praktycznym działaniu?	☐	☐

4.3. Łączenie rur i kształtek miedzianych

4.3.1. Materiał nauczania

Lutowanie miękkie i twarde

Połączenia nierozłączne na rurach miedzianych wykonuje się przy pomocy lutowania. Uzyskane połączenia muszą być trwałe i szczelne.

Istnieją dwie techniki wykonywania złączy nierozłącznych na miedzi: lutowanie miękkie i lutowanie twarde.

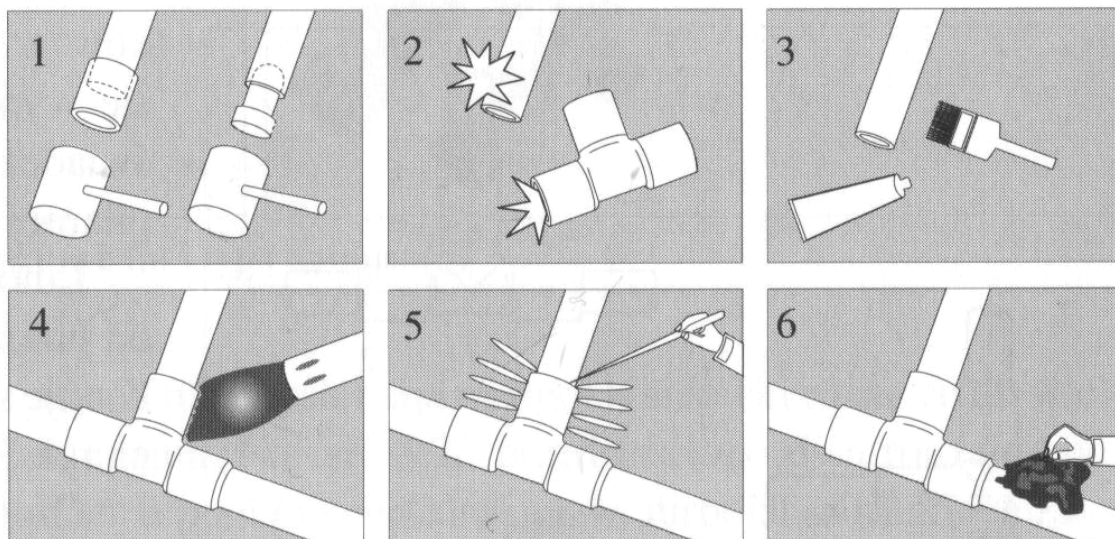
Lutowanie miękkie to takie, przy którym proces łączenia przebiega w temperaturze poniżej 450° .

Lutowanie twarde to proces łączenia w temperaturze powyżej 450° , najczęściej zaś osiągnięta temperatura wynosi powyżej 650° . Lutowanie miękkie przebiega zawsze z dodatkiem topnika. Lutowanie miękkie wykonuje się przy użyciu palników gazowych na propan – butan z podsysaniem powietrza.

Kolejność czynności podczas lutowania miękkiego jest następująca:

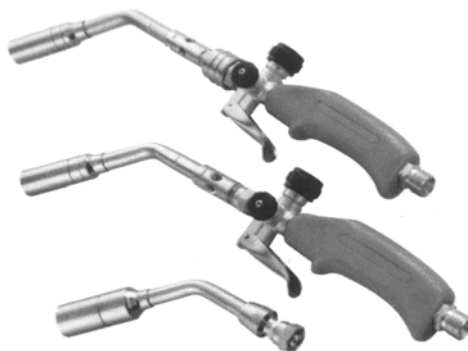
- sprawdzenie i kalibrowanie łączonych elementów,
- oczyszczenie powierzchni białego końca rury i kielicha łączzonego elementu,
- naniesienie na powierzchnię rury dobrego topnika,
- wsunięcie końca rury w kielich do wyczuwalnego oporu,
- równomierne podgrzewanie złącza do temperatury nieco powyżej punktu topnienia spoiwa,
- podanie spoiwa od krawędzi kielicha,
- zaobserwowanie, czy pojawia się wypływka na całym obwodzie wykonywanego złącza,
- samoczynne ochłodzenie złącza i usunięcie topnika z obszaru złącza wilgotną ściereczką. [5]

Uwaga: nie podaje się lutu, jeżeli mamy do czynienia ze złączką z lutem integralnym oraz gdy używana jest pasta lutownicza, w której nie podaje się lutu od zewnątrz.



Rys. 15. Przebieg operacji lutowania miękkiego: 1 – kalibrowanie, 2- czyszczenie, 3 – nanoszenie topnika, 4 – podgrzewanie, 5 – podawanie lutu do szczeliny kapilarnej, 6 – usuwanie resztek topnika [5]

Palniki dostosowane do lutowania miękkiego przedstawia rysunek 16.



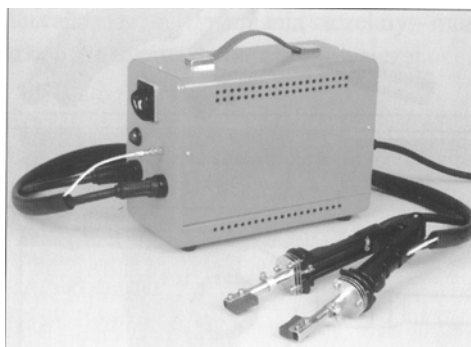
Rys. 16. Palniki do lutowania z pilotem [5]

Aby połączyć palnik ze źródłem gazu należy użyć przewodów o średnicy wewnętrznej 6 mm wykonanych ze specjalnego tworzywa lub kauczuku zaopatrzonych obustronnie w metalowe końcówki gwintowane.

Źródłem gazu do palnika są najczęściej butle 0,5 kg, 2,5 kg (turystyczne) lub butle 11 kg. Połączenie małych butli z palnikiem może być bezpośrednie. Połączenie butli 11 kg z palnikiem odbywać musi się poprzez reduktor ze skalą nastawczą.

Innym urządzeniem służącym do lutowania miękkiego jest oporowe urządzenie elektryczne, którego zaletą jest brak otwartego płomienia podczas lutowania. Zastosować jednak można to urządzenie tylko do średnic nie większych niż 25 mm.

Urządzenie składa się z agregatu zasilanego z sieci 230V połączonego 3 metrowym kablem z uchwytem zaopatrzonym w elektrody węglowe. Zaciśnięcie elektrod na złączu powoduje nagrzanie złącza i wykonanie połączenia.



Rys. 17. Urządzenie elektryczne do lutowania [5]

Lutowanie twarde ma taki sam przebieg, jak lutowanie miękkie. Różnica polega na tym, że podczas lutowania twardego płomieniem palnika podgrzewa się nie tylko łączone elementy, ale również końcówkę podawanego spoiwa. Różna jest również temperatura wykonywania połączeń, a co za tym idzie należy uzyskać płomień o wyższej temperaturze, dający więcej ciepła.

Osiągalne jest to przez zastosowanie:

- palników acetylenowo – tlenowych z końcówką do lutowania lub spawania,
- palników acetylenowo – powietrznych,
- palników na propan – butan, ale tylko dla małych średnic do 28 mm.

Jeżeli do lutowania twardego używa się spoiw zawierających fosfor, nie jest wymagane stosowanie topników. Uwaga ta nie dotyczy lutowania twardego złązek z miedzi i brązu, gdzie niezależnie od zastosowanego spoiwa niezbędne jest użycie topnika.

Ważnym zagadnieniem, na które należy zwrócić również uwagę, jest nieprzegrzewanie łączonych elementów, które wówczas będą bardziej podatne na korozję.

Spawanie jest kolejną techniką łączenia nierozłącznego rur miedzianych, jednak może mieć ono miejsce jedynie wówczas, gdy średnica jest większa od 35 mm, a grubość ścianki ma nie mniej niż 1,5 mm.

Istnieją 3 metody spawania:

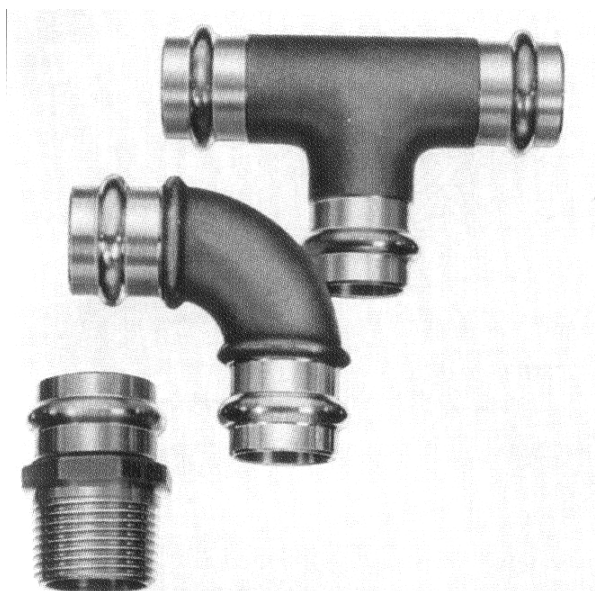
- spawanie gazowe,
- spawanie elektrodą topliwą w osłonie gazu obojętnego (TIG)
- spawanie elektrodą nietopliwą w osłonie gazu obojętnego z dodatkowym spoiwem w postaci drutu (MIG).

Do spawania zaleca się użycie określonych drutów, których zastosowanie obrazuje tabela 4.

Tabela 4. Druty spawalnicze do spawania miedzi [źródło własne]

Skład	Zakres topnienia °C	Zastosowanie
99% Cu 1% Ag	1070 do 1080	spawanie gazowe spawanie metodą TIG spawanie metoda MIG
98% Cu 1% Sn	1020 do 1050	TIG MIG

Połączenia zaprasowywane są jeszcze jednym przykładem połączeń nierozłącznych. Wymagają odpowiednich łączników oraz narzędzi.



Rys. 18. Łączniki rurowe do zaprasowywania [5]

Kolejne czynności podczas zaprasowywania są następujące:

- wsunięcie nawilżonego wodą lub mydłem końca rury do kielicha łącznika,
- zaprasowanie cęgami łącznika.

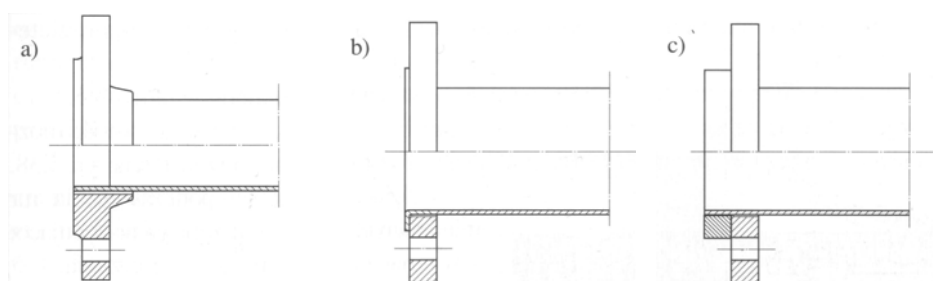
Aby prawidłowo wykonać połączenie metodą zaprasowywania (obciskania) należy zawsze sprawdzić, czy wyposażenie urządzenia jest przewidziane do zaprasowywania wybranego systemu rur i łączników.

Połączenia rozłączne na przewodach miedzianych

Rozwiązania konstrukcyjne połączeń rozłącznych przedstawione są na rysunku 19. Dwuzłączki przewidziane do wlotowania końców rur posiadają kielichy do lutowania. Łączenie ich z miedzianymi przewodami odbywa się tak, jak podczas typowego lutowania.

Łączenie z zastosowaniem dwuzłączki z pierścieniami zaciskowymi dla prawidłowego połączenia rur miedzianych miękkich wymaga zastosowania tulejek, które wsuwane do końcówek rur zapobiegają deformacji rury w miejscu łączenia.

Na przewodach miedzianych istnieją również połączenia rozłączne w postaci kołnierzy.



Rys. 19. Konstrukcje złączy kołnierzowych [5]

Do ich skręcania powinny być stosowane odpowiednie klucze płaskie lub nastawne. Nie wolno raz wykonanego połączenia doszczelniać szczeliwem typu konopie, taśmy teflonowe, pasty uszczelniające, tworzywo anaerobowe.

4.3.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do zaplanowania przebiegu ćwiczeń i ich wykonania.

1. Jakie znasz rodzaje połączeń na rurach miedzianych?
2. Jaki sprzęt i urządzenia stosowane są wykonywania połączeń poprzez lutowanie miękkie?
3. Jaki sprzęt i urządzenia stosowane są wykonywania połączeń poprzez lutowanie twarde?
4. Jaki palnik należy dobrać do lutowania miękkiego?
5. Jaki palnik należy dobrać do lutowania twardego?
6. Jaką temperaturę osiągamy podczas lutowania miękkiego?
7. Jaką temperaturę osiągamy podczas lutowania twardego?
8. W jakich instalacjach wolno wykonywać połączenia lutowane miękkie?
9. W jakich instalacjach należy wykonywać lutowanie twarde?
10. W jakich instalacjach wolno wykonywać jedynie połączenia lutem twardym?
11. Jakie są kryteria doboru lutu i topnika do lutowania miękkiego i twardego?
12. Jakie są kolejne czynności podczas lutowania miękkiego?
13. Jakie są kolejne czynności podczas lutowania twardego?
14. Na co należy zwrócić uwagę podczas lutowania twardego?
15. Kiedy niezbędne jest wykonywanie połączeń na rurach miedzianych metodą spawania?

16. Na czym polegają połączenia zaprasowywane?
17. Na jakich instalacjach wolno wykonywać połączenia zaprasowywane?
18. Jaki sprzęt i narzędzia służą do wykonywania połączeń zaprasowywanych?
19. Jakie są kolejne czynności podczas wykonywania połączeń zaprasowywanych?
20. Czy rozróżniasz łączniki do połączeń rozłącznych na przewodach miedzianych?
21. Jaka jest technika połączenia łącznika do połączeń rozłącznych z przewodem miedzianym?
22. Jakie narzędzia stosowane są do wykonywania połączeń rozłącznych na rurach miedzianych?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj połączenie rur miedzianych miękkich metodą lutowania miękkiego wykorzystując do ich połączenia łącznik miedziany równoprzelotowy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) zapoznać się z dokumentacją zadania i instrukcją wykonania ćwiczenia,
- 3) zapoznać się z technologią lutowania miękkiego,
- 4) dobrać rury do wykonania połączenia metodą lutowania miękkiego,
- 5) dobrać łącznik równoprzelotowy dwukielichowy o średnicy takiej samej, jak łączone rury,
- 6) dobrać materiały czyszczące do przygotowania końcówek rur do połączenia,
- 7) dobrać lut i topnik,
- 8) dobrać palnik do lutowania miękkiego z końcówkami punktowymi,
- 9) sprawdzić stan techniczny palnika poprzez wstępne uruchomienie i wyregulowanie płomienia palnika,
- 10) sprawdzić i ewentualnie dokonać kalibracji końcówek przewodów,
- 11) zamocować rurę w imadle,
- 12) oczyścić powierzchnię bosych końców rur oraz kielicha złączki,
- 13) powlec powierzchnię bosą końców rur topnikiem, wsunąć końce rur w kielichy złączek do wyczuwalnego oporu,
- 14) równomiernie podgrzewać złącze do temperatury nieco powyżej punktu topnienia spoiwa,
- 15) podać równomiernie spoiwo w kierunku od krawędzi kielicha,
- 16) czynność powtórzyć z drugim kielichem złączki,
- 17) ochłodzić złącza,
- 18) usunąć resztkę topnika z obszaru złącza,
- 16) zlikwidować stanowisko pracy,
- 17) zagospodarować odpady,
- 18) zaprezentować efekty swojej pracy,
- 19) dokonać oceny ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stół montażowy z dostępem do oświetlenia,
- imadło,
- 2 odcinki rury miedzianej miękkiej o jednakowych średnicach,
- miedziana złączka równoprzelotowa dwukielichowa o średnicy takiej samej, jak odcinki rur podlegających łączeniu,
- kalibrowniki,

- materiały do czyszczenia -do wyboru: papier ścierny drobnoziarnisty, wełna stalowa, włókno tworzywowe, szczotki druciane, wilgotna ściereczka,
- palnik z końcówką do lutowania na propan – butan i powietrze lub tlen z butlą i zapalaczem gazu,
- topnik i dobrane do niego spoiwo,
- instrukcja do wykonania ćwiczenia zawierająca dokumentację zadania,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 2

Wykonaj połączenie rur miedzianych twardych o średnicy 15 mm metodą lutowania twardego wykorzystując do ich połączenia łącznik miedziany równoprzelotowy.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) zapoznać się z dokumentacją zadania i instrukcją wykonania ćwiczenia,
- 3) zapoznać się technologią lutowania twardego,
- 4) dobrać rury do wykonania połączenia poprzez lutowanie twarde,
- 5) dobrać łącznik równoprzelotowy dwukielichowy o średnicy takiej samej, jak łączone rury,
- 6) dobrać materiały czyszczące do przygotowania końcówek rur do połączenia,
- 7) dobrać lut,
- 8) dobrać palnik do lutowania twardego z końcówkami punktowymi,
- 9) sprawdzić stan techniczny palnika przez wstępne uruchomienie i wyregulowanie płomienia palnika,
- 10) sprawdzić i ewentualnie dokonać kalibracji końcówek przewodów,
- 11) zamocować rurę w imadle,
- 12) oczyścić powierzchnię bosych końców rur oraz kielicha złączki,
- 13) wsunąć końce rur w kielichy złączek do wyczuwalnego oporu,
- 14) równomiernie podgrzewać złącze do temperatury, w której uzyska się czerwono-brunatną barwę,
- 15) podać równomiernie spoiwo w kierunku od krawędzi kielicha równocześnie je podgrzewając,
- 16) czynność powtórzyć z drugim kielichem złączki,
- 17) zlikwidować stanowisko pracy,
- 18) zagospodarować odpady,
- 19) zaprezentować efekty swojej pracy,
- 20) dokonać oceny ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stół montażowy z dostępem do oświetlenia,
- imadło,
- 2 odcinki rury miedzianej twardej o średnicach 15 mm,,
- miedziana złączka równoprzelotowa dwukielichowa o średnicy 15 mm,
- kalibrowniki,
- materiały do czyszczenia – do wyboru: papier ścierny drobnoziarnisty, wełna stalowa, włókno tworzywowe, szczotki druciane, wilgotna ściereczka,
- palnik z końcówką do lutowania na propan – butan i tlen z butlą lub palnik acetylenowo-tlenowy z zestawem butli i zapalaczem gazu,

- spoiwo lutownicze,
- instrukcja do wykonania ćwiczenia zawierająca dokumentację zadania,
- literatura z rozdziału 6.

4.3.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- 1) zorganizować stanowisko do wykonania ćwiczeń?
- 2) dobrać palnik i końcówki do lutowania miękkiego?
- 3) dobrać palnik i końcówki do lutowania twardego?
- 4) wykonać połączenie przy pomocy lutowania miękkiego?
- 5) wykonać połączenie przy pomocy lutowania twardego?
- 6) wykonać połączenie zaprasowywane?
- 7) wykonać połączenie rozłączne na rurach miedzianych?
- 8) dokonać prezentacji wykonanego ćwiczenia?
- 9) wykorzystać zdobyte wiadomości w praktycznym działaniu?

Tak Nie

☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐

4.4. Montowanie instalacji z rur miedzianych

4.4.1. Materiał nauczania

Układanie przewodów miedzianych

Podczas wykonywania każdej instalacji obowiązują przede wszystkim warunki techniczne wykonania i odbioru robót instalacyjnych, stanowiące odrębny dokument, wspólny dla wszystkich materiałów.

Dodatkowe zalecenia dotyczące montażu instalacji z miedzi wynikają ze specyficznych właściwości miedzi. Jedną z nich jest rozszerzalność tego materiału pod wpływem zmian temperatury.

1 metr rury miedzianej przy wzroście temperatury o 100°C wydłuża się o 1,7 mm. Wydłużalność ta jest około 1,5 razy większa niż w przypadku rur ze stali. Równocześnie jednak wydłużalność przewodów miedzianych jest od 5 do 12 razy mniejsza od wydłużalności rur z tworzyw sztucznych.

Jeżeli temperatura pracy instalacji z miedzi jest wyższa od temperatury, w której następował jej montaż – następuje wydłużenie przewodu. Gdyby temperatura pracy instalacji wykonanej z miedzi była niższa od temperatury jej montażu – nastąpi skurczenie przewodu.

Te właściwości miedzi powodują, że zmiany długości instalacji z miedzi muszą być uwzględnione na etapie montażu instalacji.

Aby instalacja z miedzi była wykonana prawidłowo i charakteryzowała się trwałością muszą być spełnione następujące warunki:

- każdy odcinek rury pomiędzy dwoma stałymi punktami podparcia musi mieć możliwość wydłużania się bez ograniczeń,
- odkształcenia nie mogą działać na zbyt krótkim odcinku instalacji, jego długość musi być nie mniejsza, niż odczytywana z wytycznych montażu,
- musi być zapewniona właściwa kompensacja – naturalna lub wymuszona zwana też sztuczną (poprzez zainstalowanie kompensatorów),
- przewody miedziane instalacji wodociągowej mogą być układane na wierzchu ścian, w bruzdach, w ścianach i stropach, a także w gruncie
- przy układaniu przewodów na wierzchu ścian najważniejsze jest wyznaczenie trasy prowadzenia przewodów, określenie ilości i rozmieszczenia uchwytów przesuwnych i stałych oraz kompensatorów, gdy wskazuje na to dokumentacja budowlana,
- przy projektowaniu bruzd muszą być uwzględnione zalecenia dotyczące izolacji cieplnej i dźwiękowej oraz wydłużeń cieplnych – dotyczy to instalacji wodociągowych i w tym przypadku obowiązują następujące zalecenia:
 - przewody ułożone w bruzdach w całości powinny być owinięte elastyczną osłoną lub powinny być zastosowane rury w fabrycznej otulinie,
 - przewody układane w ścianach i na stropach powinny być na całej długości zabezpieczone odpowiednią elastyczną osłoną (dotyczy instalacji wodociągowych),
 - przewody układane w ścianach pod tynkiem powinny mieć zwiększoną grubość otuliny,
 - rury z fabrycznie nałożonym płaszczem PVC w instalacjach wodociągowych mogą być zatynkowane bez dodatkowej otuliny w obszarze łączników, jeżeli odległość między dwoma łukami nie przekracza 3 m,
- w gruncie przewody wody pitnej powinny być układane poniżej granicy przemarzania gruntu (najbardziej wskazana głębokość to 1,5 m),
- przewód miedziany na całej długości powinien być ułożony na podsypce z piasku (minimum 10 cm, nad przewodem powinna być wykonana nadsypka o wysokości minimum 30 cm (rury miedziane prowadzone w ziemi powinny mieć osłonę antykorozyjną),
- przy zasypywaniu wykopu gruntem rodzimym należy ułożyć taśmę ostrzegawczą,

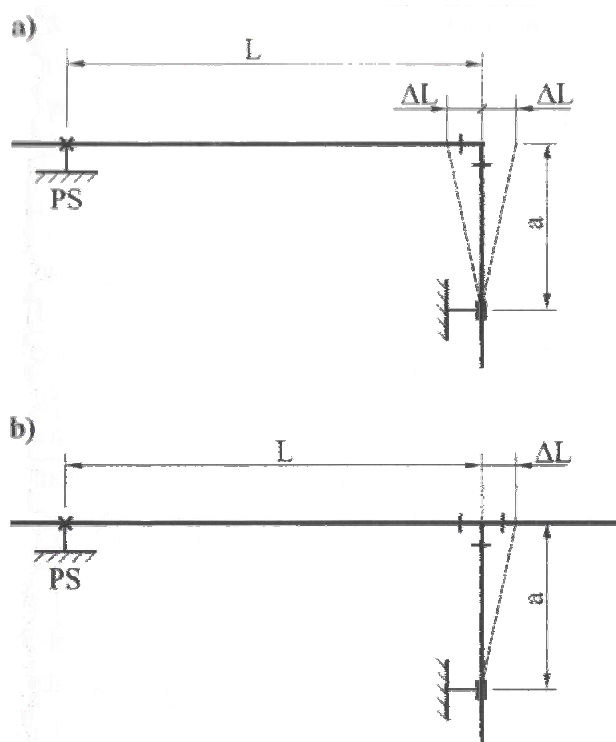
- w przypadku instalacji przebiegającej w wyjątkowo agresywnych warunkach – przewody miedziane wymagają ochrony antykorozyjnej, czyli w tym przypadku otuliny z tworzywa sztucznego,
- rury z miedzi mogą być układane pod tynkiem bez stosowania ochrony antykorozyjnej, (wyjątkiem jest zaprawa z domieszką amoniaku, kiedy należy dodatkowo zabezpieczyć instalację),
- przy przejściach przez przegrody konstrukcyjne (ściany nośne, stropy) przewody należy prowadzić w rurach ochronnych; przez inne przegrody dopuszcza się otwory luźne. Na odcinkach tych nie może być żadnych połączeń przewodów. Średnica tulei ochronnej jest zazwyczaj większa o około 1 cm od średnicy przewodu. Przestrzeń między rurami wypełnia się elastycznym szczeliwem. Przy przechodzeniu przez stropy wymaga się, aby rura ochronna wystawała po 3 cm w każdą stronę poza strop.
- przewody ciepłej wody należy izolować cieplnie gdy:
 - ich średnica wynosi co najmniej 28mm i większą,
 - są to przewody obiegu cyrkulacyjnego,
 - są to przewody nie znajdujące się w pomieszczeniach mieszkalnych budynku,
 - są to przewody w budynkach niemieszkalnych (hotele, szpitale, szkoły),
- zalecane jest, aby w montażu instalacji wodnych zastosowane były materiały jednorodne w całej instalacji, zasadą jest aby rury z miedzi montować za rurami ze stali ocynkowanej, patrząc w kierunku przepływu wody, nie dotyczy to instalacji grzewczych po dodaniu inhibitorów,
- miejsce bezpośredniego styku miedzi ze stalą ocynkowaną należy zabezpieczyć przekładką dielektryczną, czyli wykonaną z materiału będącego izolatorem,
- nie ma ograniczeń w łączeniu rur miedzianych z tworzywami sztucznymi,
- po zewnętrznej stronie ścian budynku nie może być prowadzona instalacja gazowa,
- przewodów miedzianej instalacji gazowej nie wolno prowadzić w wypełnionych bruzdach,
- dopuszcza się pokrycie połączeń lutowanych instalacji lakierem bezbarwnym z domieszką sproszkowanej miedzi, ale dopiero po wykonaniu próby szczelności z pozytywnym wynikiem,
- gazowe przewody miedziane ułożone w gruncie należy chronić przed uszkodzeniami mechanicznymi poprzez założenie izolacji antykorozyjnej i zachowanie następujących warunków:
 - wykop musi mieć szerokość o 2m większa od średnicy zewnętrznej rury,
 - głębokość wykopu - minimum 0,6 m licząc od zewnętrznej powierzchni przewodu,
 - podsypka z piasku to minimum 10 cm,
 - nadsypka z piasku to minimum 20 cm,
 - ułożona taśma ostrzegawcza,
- połączenia nierozłączne rur z miedzi w instalacjach gazowych wykonuje się techniką lutowania twardego, zabronione jest stosowanie złączek zaprasowywanych (dopuszcza się je w specjalnych warunkach),
- w instalacjach gazowych nie obowiązuje zasada stosowania materiałów jednorodnych,
- w instalacjach gazowych wolno stosować jedynie fabrycznie wykonane łączniki,
- jako materiał uszczelniający do połączeń gwintowych w instalacjach gazowych z miedzi można używać taśm i włókien teflonowych, past uszczelniających i tworzywa anaerobowego.

Kompensacja wydłużeń cieplnych

Kompensację wydłużeń liniowych przewodów miedzianych należy zapewnić poprzez:

- kompensację naturalną,
- kompensację sztuczną polegającą na włączeniu w instalację elementów zwanych kompensatorami.

Kompensację naturalną uzyskuje się poprzez zmianę prowadzenia przewodów i właściwe rozmieszczenie punktów stałych.



Rys. 20. Mocowanie rur układanych na wierzchu ścian uwzględniając kompensację wydłużeń [5]

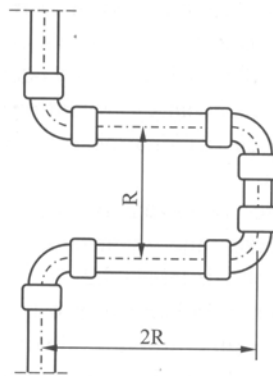
Aby instalacja była trwała, w uchwytach oraz przejściach przez stropy i ściany rura musi mieć możliwość swobodnego przesuwania się.

Przy zmianie kierunku prowadzenia przewodu lub przy odgałęzieniu (miejsca te są krytyczne dla powstających naprężeń) powinien zostać pozostawiony dostatecznie długi swobodny odcinek (na rysunku 19 oznaczony jako „a”), którego zadaniem jest umożliwienie wydłużenia (na rysunku 19 oznaczonego ΔL) przewodu ograniczonego punktem stałym. Minimalną długość tego odcinka należy dobrać z tabeli 5.

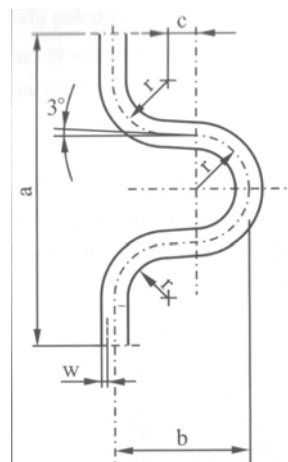
Tabela 5. Długości swobodnego odcinka „a” [mm] w zależności od średnicy przewodu i wydłużenia ΔL [5]

średnica przewodu [mm]	Wydłużenie ΔL [mm]			
	5	10	15	20
12	475	670	820	950
15	530	750	920	1060
18	580	820	1000	1160
22	640	910	1110	1280
28	725	1025	1250	1450
35	810	1145	1400	1620
42	890	1250	1540	1780
54	1010	1420	1740	2010
64	1095	1549	1897	2191

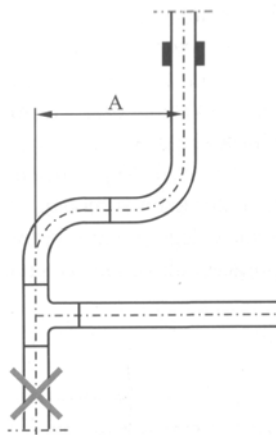
W przypadku, gdy rury pomiędzy dwoma punktami stałymi nie mają możliwości wydłużenia się, aby nie doprowadzić do wadliwej pracy i uszkodzenia instalacji należy pomiędzy nie wbudować kompensatory.



Rys. 21. Kompensator U – kształtowy wykonany z kolan 90° [5]



Rys. 22. Kompensator U – kształtowy gięty z rury [5]



Rys. 23. Odsadzka jako element kompensujący [5]

Kompensatory U – kształtowe wykonane są jako gięte lub łączone z kolan, czy łuków. Innym rodzajem kompensatorów są kompensatory osiowe mieszkowe lub dławicowe.

Kompensatory gięte stosowane są głównie dla przewodów o średnicach do 42 mm i zazwyczaj są przygotowane przez producentów łączników.

W warunkach budowy łatwiej jest zastosować kompensatory lutowane z łuku 180° i dwóch łuków 90°.

Obowiązującą zasadą jest, aby kompensator zawsze umieszczany był między uchwytami stałymi po środku, między dwoma odgałęzieniami oraz, aby w osi symetrii kompensator był mocowany uchwytem stałym.

Należy zwrócić uwagę na to, aby przed wbudowaniem kompensatora sprawdzić, czy długość odcinka pomiędzy sąsiednimi odgałęzieniami pozwala na wbudowanie kompensatora.

W przypadku, gdy sąsiednie odgałęzienia leżą bliżej niż wymagane, należy:

- przy skróceniu długości o 25% - ramię kompensatora zwiększyć o 10%,
- przy skróceniu długości o 50% - ramię kompensatora zwiększyć o 40%.

Kolejnym sposobem na kompensację wydłużeń liniowych jest wykonywanie odsadzek. Ten sposób kompensacji najczęściej wykorzystywany jest jako kompensacja pionów instalacyjnych.

Jeśli przy układaniu przewodu jest mało miejsca, co najczęściej ma miejsce podczas układania przewodów w szachtach instalacyjnych, stosuje się kompensatory osiowe: dławicowe lub mieszkowe.

Kompensatory dławicowe charakteryzują się zdolnością przejmowania dużych wydłużeń, mogą pracować pod różnymi ciśnieniami roboczymi i temperaturami. Podstawowa ich wada jest wysoka cena, stąd w instalacjach domowych są rzadko wykorzystywane.

Kompensatory mieszkowe wymagają podczas montażu ścisłego przestrzegania wytycznych producenta, nie wolno ich przeciążać.

Mocowanie przewodów miedzianych do przegrody budowlanej

Trwałość instalacji z rur miedzianych w dużej mierze zależy od prawidłowości rozmieszczenia uchwytów mocujących. Niezależnie od konieczności zachowania wymagań naturalnej kompensacji przewodów, rozstaw uchwytów przesuwnych należy określać zgodnie z poniższą tabelą nr 7.

Nie dopuszcza się zmniejszenia poziomych odległości z tabeli 7.

Tabela 6. Rozstaw uchwytów przesuwnych [źródło własne]

Średnica rury [mm]	12	15	22	28	35	42	54
Odległość między uchwytami [m]	1,25	1,25	2,0	2,25	2,75	3,0	3,5

Dla pionowo mocowanych odcinków rur miedzianych odległości pomiędzy uchwytami można zwiększyć:

- dla rur o średnicach do 22 mm – o 30%,
- dla rur o średnicach powyżej 22 mm – o 10%.

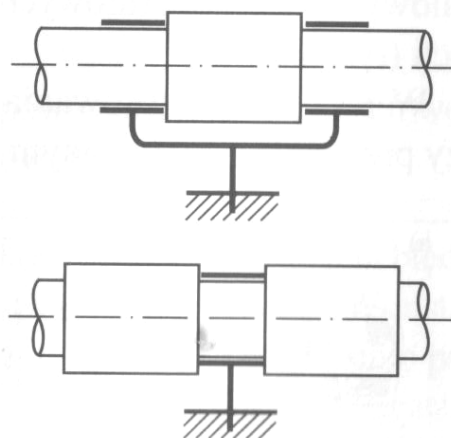
Do mocowania rur miedzianych :

- w instalacjach wodnych powinny być stosowane uchwyty mocujące z tworzyw sztucznych oraz przekładki elastyczne w uchwytach stalowych, aby ograniczyć przenoszenie dźwięku,
- w instalacjach wodnych można stosować obejmy z taśmy miedzianej dla mniejszych średnic oraz stalowe zaciski rurowe dla średnic większych,
- w przypadku stosowania uchwytów stalowych, między obejmą stalową, a przewodem miedzianym należy na całym obwodzie umieścić przekładkę ochronną z gumy lub taśmy z miękkiego PVC, której zadaniem jest ochrona przesuwającej się rury miedzianej przed porysowaniem oraz dodatkowo izolacja akustyczna,
- niedopuszczalne jest stosowanie haków stalowych,
- w instalacjach rozprzewadzających gaz należy bezwzględnie stosować uchwyty łącznie z kołkami rozporowymi (minimum M6) wykonane z materiałów niepalnych (miedzi, mosiądzu lub stali nierdzewnej). Celowe jest wypełnienie uchwytu przekładką niepalną. Uchwyty i kołki z takich materiałów jak: tworzywa sztuczne, drewno, stal zwykła nie są dozwolone.

Przewody instalacji miedzianej mogą być mocowane bezpośrednio do przegród budowlanych lub przez różnej konstrukcji wsporniki, czy konstrukcje wsporcze do ścian, stropów lub w szachtach instalacyjnych.

Równie ważnym elementem mocowań przewodów są uchwyty stałe. Można je uzyskać za pomocą:

- nalutowania nakładek ustalających nieprzesuwne położenie przewodu w uchwycie mocującym,
- dwustronne mocowanie nalutowanej tulei.



Rys. 24. Schematy budowy punktu stałego [5]

4.4.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do zaplanowania przebiegu ćwiczenia i jego wykonania.

1. Jakie wspólne zasady obowiązują podczas wykonywania każdej instalacji?
2. Jakich zasad należy przestrzegać podczas wykonywania instalacji wodociągowej z miedzi?
3. Jakich zasad należy przestrzegać podczas wykonywania instalacji grzewczej z miedzi?
4. Jakich zasad należy przestrzegać podczas wykonywania instalacji gazowej z miedzi?
5. Na czym polega kompensacja przewodów z miedzi?
6. Jakie są rodzaje kompensacji?
7. Jak wykonać kompensację naturalną?
8. Jak wykonać kompensację sztuczną?
9. Jak i gdzie wykonać ruchomy punkt podparcia dla instalacji z miedzi?
10. Jak i gdzie wykonać stały punkt podparcia?
11. Jakie uchwyty wybrać do mocowania instalacji z miedzi?

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wykonaj fragment instalacji gazowej z miedzi zgodnie z dokumentacją budowlaną, zamocuj wykonany fragment do przegrody budowlanej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinienś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy do wykonania ćwiczenia,
- 2) zapoznać się z dokumentacją zadania i instrukcją wykonania ćwiczenia,
- 3) wykonać zestawienie materiałów, sprzętu i narzędzi do wykonania zadania zgodnie z dokumentacją budowlaną,
- 4) dobrać sprzęt i narzędzia do cięcia rur miedzianych,
- 5) dobrać narzędzia i materiały do mocowania instalacji do przegrody: punktak, wiertarkę z kompletem wiertel, uchwyty do mocowania instalacji wraz z kołkami rozporowymi,
- 6) dobrać kalibrator,
- 7) dobrać rury do wykonania połączenia poprzez lutowanie twarde,
- 8) dobrać łączniki niezbędne do wykonania fragmentu instalacji,
- 9) dobrać materiały czyszczące do przygotowania końcówek rur do połączenia,
- 10) dobrać lut,
- 11) dobrać palnik do lutowania twardego z końcówkami punktowymi i przygotować go do pracy,
- 12) sprawdzić stan techniczny palnika przez wstępne uruchomienie i wyregulowanie płomienia, przygotować wiertarkę do pracy,
- 13) sprawdzić stan techniczny wiertarki poprzez próbne uruchomienie,
- 14) zabezpieczyć się w środki ochrony osobistej,
- 15) wyznaczyć trasę przebiegu fragmentu instalacji na przegrodzie budowlanej,
- 16) wyznaczyć punkty podparcia instalacji,
- 17) zamocować uchwyty mocujące w przegrodzie budowlanej,
- 18) przyciąć rury na zadany wymiar i dokonać ich gratowania,
- 19) sprawdzić i ewentualnie dokonać kalibracji końcówek przewodów,
- 20) dokonać wstępnego montażu fragmentu instalacji,
- 21) sprawdzić poprawność wstępnego montażu i skorygować ewentualne błędy,
- 22) oczyścić powierzchnię bosych końców rur oraz kielicha złączki,
- 23) wsunąć końce rur w kielichy złączek do wyczuwalnego oporu,
- 24) zabezpieczyć przegrodę przed działaniem płomienia przez wykorzystanie osłony podczas lutowania,
- 25) uruchomić palnik,
- 26) równomiernie podgrzewać złącze do temperatury, w której uzyska się czerwono-brunatną barwę,
- 27) podać równomiernie spoiwo w kierunku od krawędzi kielicha równocześnie je podgrzewając,
- 28) czynność powtórzyć z drugim kielichem złączki,
- 29) ochłodzić złącza,
- 30) wykonać wszystkie połączenia lutowane w sposób analogiczny do czynności przy wykonywaniu pierwszej złączki,
- 31) jeżeli w dokumentacji zadania występowały połączenia gwintowe – złącza te przed zamontowaniem do instalacji uszczelnić,
- 32) zlikwidować stanowisko pracy,
- 33) zagospodarować odpady,

- 34) zaprezentować efekty swojej pracy,
- 35) dokonać oceny ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stół montażowy z dostępem do oświetlenia,
- imadło,
- przymiar liniowy,
- ołówek,
- suwmiarka,
- zestaw uchwytów do miedzi z kołkami rozporowymi,
- prowadnica korytkowa przy wyborze piły z drobnozębnyymi brzeszczotami,
- gratownik lub skrobak,
- przecinarka krążkowa,
- odcinki rury miedzianej twardej,
- złączki miedziane zgodnie z dokumentacją,
- kalibrowniki,
- materiały do czyszczenia -do wyboru: papier ścierny drobnoziarnisty, wełna stalowa, włókno tworzywowe, szczotki druciane, wilgotna ściereczka,
- palnik z końcówką do lutowania na propan – butan i tlen z butlą lub palnik acetylenowo-tlenowy z zestawem butli i zapalaczem gazu,
- osłona palnika,
- wiertarka z kompletem wiertel,
- spoiwo lutownicze,
- środki ochrony osobistej: rękawice parciane, okulary ochronne,
- instrukcja do wykonania ćwiczenia zawierająca dokumentację zadania,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 2

Zmontuj prosty fragment instalacji z miedzi zakończony kształtką przejściową umożliwiającą przejście instalacji na stal.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinienś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy zgodnie z wymogami bhp i ergonomii pracy,
- 2) zapoznać się z dokumentacją zadania i instrukcją wykonania ćwiczenia,
- 3) wykonać zestawienie materiałów, sprzętu i narzędzi do wykonania zadania zgodnie z dokumentacją budowlaną,
- 4) dobrać sprzęt i narzędzia do cięcia rur miedzianych,
- 5) dobrać kalibrator,
- 6) dobrać rury do wykonania połączenia przez lutowanie,
- 7) dobrać łączniki niezbędne do wykonania fragmentu instalacji,
- 8) dobrać materiały czyszczące do przygotowania końcówek rur do połączenia,
- 9) dobrać lut i ewentualnie topnik,
- 10) dobrać palnik do lutowania z końcówkami punktowymi i przygotować go do pracy,
- 11) sprawdzić stan techniczny palnika przez wstępne uruchomienie i wyregulowanie płomienia,
- 12) przyciąć rury na zadany wymiar i dokonać ich gratowania,
- 13) sprawdzić i ewentualnie dokonać kalibracji końcówek przewodów,
- 14) zamocować rurę w imadle,
- 15) dokonać wstępnego montażu fragmentu instalacji,

- 16) sprawdzić poprawność wstępnego montażu i skorygować ewentualne błędy,
- 17) oczyścić powierzchnię bosych końców rur oraz kielicha złączki,
- 18) wsunąć końce rur w kielichy złączek do wyczuwalnego oporu,
- 19) uruchomić palnik,
- 20) równomiernie podgrzewać złącze do uzyskania odpowiedniej (dla wybranego rodzaju lutowania) temperatury,
- 21) w przypadku wybrania lutowania miękkiego – nałożyć na bosc końce rur topnik,
- 22) podać równomiernie spoiwo w kierunku od krawędzi kielicha równocześnie je podgrzewając,
- 23) czynność powtórzyć z drugim kielichem złączki,
- 24) ochłodzić złącza,
- 25) wykonać wszystkie połączenia lutowane w sposób analogiczny do czynności przy wykonywaniu pierwszej złączki,
- 26) wmontować przez lutowanie kształtkę przejściową: miedź/stal,
- 27) jeżeli w dokumentacji zadania występowały połączenia gwintowe – złącza te przed zamontowaniem do instalacji uszczelnić,
- 21) zlikwidować stanowisko pracy,
- 22) zagospodarować odpady,
- 23) zaprezentować efekty swojej pracy,
- 24) dokonać oceny ćwiczenia.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- stół montażowy z dostępem do oświetlenia,
- imadło,
- przymiar liniowy,
- ołówek,
- suwmiarka,
- prowadnica korytkowa przy wyborze piły z drobnozębnyymi brzeszczotami,
- gratownik lub skrobak,
- przecinarka krążkowa,
- odcinki rury miedzianej,
- złączki miedziane zgodnie z dokumentacją, w tym kształtka przejściowa miedź/stal,
- kalibrowniki,
- materiały do czyszczenia – do wyboru: papier ścierny drobnoziarnisty, wełna stalowa, włókno tworzywowe, szczotki druciane, wilgotna ściereczka,
- palnik z końcówką do lutowania na propan – butan i tlen z butlą lub palnik acetylenowo-tlenowy z zestawem butli i zapalaczem gazu,
- topnik i spoiwo lutownicze,
- instrukcja do wykonania ćwiczenia zawierająca dokumentację zadania,
- literatura z rozdziału 6.

4.4.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- 1) zorganizować stanowisko do wykonania ćwiczeń?
- 2) zastosować zasady prowadzenia instalacji z miedzi?
- 3) zastosować zasady montażu instalacji z miedzi?
- 4) wykonać kompensację przewodów miedzianych?
- 5) wyznaczyć i wykonać punkty ruchome i stałe dla instalacji z miedzi?
- 6) zamocować instalację do przegrody budowlanej?

Tak Nie

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| ☐ | ☐ |
| ☐ | ☐ |
| ☐ | ☐ |
| ☐ | ☐ |
| ☐ | ☐ |
| ☐ | ☐ |

- | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 7) wykonać przejście instalacji przez przegrodę konstrukcyjną? | ☐ | ☐ |
| 8) wykonać przejście instalacji z miedzi na inny materiał? | ☐ | ☐ |
| 9) wykorzystać zdobyte wiadomości w praktycznym działaniu? | ☐ | ☐ |

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

INSTRUKCJA DLA UCZNIA

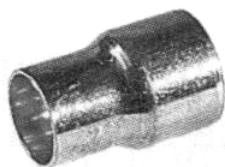
1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem pytań testowych.
4. Test zawiera 20 pytań dotyczących technologii wykonywania instalacji gazowej. Pytania w teście są pytaniami wielokrotnego wyboru i tylko jedna odpowiedź jest prawidłowa.
5. Udzielaj odpowiedzi tylko na załączonej karcie odpowiedzi:
 - w pytaniach wielokrotnego wyboru zaznacz prawidłową odpowiedź X (w przypadku pomyłki należy błędną odpowiedź zaznaczyć kółkiem, a następnie ponownie zakreślić odpowiedź prawidłową),
6. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
7. Kiedy udzielenie odpowiedzi będzie Ci sprawiało trudność, odłóż rozwiązanie na później i wróć do pytania, gdy zostanie wolny czas. Trudności mogą przysporzyć Ci pytania: 16 – 20, gdyż są one na poziomie trudniejszym niż pozostałe.
8. Na rozwiązanie testu masz 45 min.

Powodzenia!

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

I część

1. Oznaczenie: PN-EN 1057 15x1 R290 HUTMEN POLSKA 1198 oznacza, że jest to rura miedziana o średnicy 15x1:
 - a) miękka,
 - b) twarda,
 - c) półtwarda,
 - d) o nieoznaczonej twardości.
2. Rury miedziane nieprawidłowo transportowane lub składowane:
 - a) mogą ulec trwałemu odkształceniu,
 - b) mogą ulec trwałemu wydłużeniu termicznemu,
 - c) nie mogą ulec odkształceniu,
 - d) mogą ulec trwałemu skurczeniu.
3. Przedstawiony łącznik miedziany to:
 - a) złączka równoprzelotowa,
 - b) złączka redukcyjna,
 - c) kolano jednokielichowe,
 - d) kolano dwukielichowe.



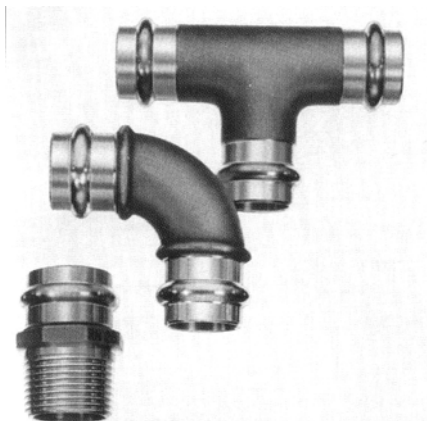
4. Cięcia rur miedzianych nie wolno wykonywać:
 - a) piłą z drobnozębnyymi brzeszczotami,
 - b) piłą z grubozębnyymi brzeszczotami,
 - c) obcinarką krążkową,
 - d) obcinarką nożycową.
5. Rury twarde miedziane o średnicy nominalnej poniżej 15 mm:
 - a) gnie się na gorąco,
 - b) gnie się po wyżarzaniu,
 - c) gnie się na zimno,
 - d) nie mogą być gięte.
6. Kielichowanie umożliwia wykonanie:
 - a) połączenia rozłącznego instalacji,
 - b) zmianę kierunku instalacji,
 - c) odgałęzienia instalacji,
 - d) nierozłącznego połączenia rur.
7. Krawędź rury miedzianej po cięciu musi być w pierwszej kolejności:
 - a) wyczyszczona do metalicznego połysku,
 - b) pozbawiona gratów zewnętrznych,
 - c) pozbawiona gratów wewnętrznych,
 - d) pozbawiona gratów wewnętrznych i zewnętrznych.

8. Lutowanie miękkie prowadzone jest w temperaturze:
 - a) powyżej 450°C,
 - b) poniżej 450°C,
 - c) powyżej 650°C,
 - d) pomiędzy 450 a 650°C.
9. Podczas lutowania miękkiego złącze podgrzewa się:
 - a) nieco wyżej od punktu topnienia spoiwa,
 - b) nieco powyżej punktu topnienia spoiwa,
 - c) nieco wyżej od punktu topnienia topnika,
 - d) nieco poniżej od punktu topnienia topnika.
10. Ogrzewanie wykonywanego złącza podczas lutowania miękkiego należy zaczynać od:
 - a) od rury,
 - b) od złącza,
 - c) równocześnie,
 - d) w dowolnej kolejności.
11. Połączenia rozłączne na instalacji miedzianej można wykonać za pomocą łączników gwintowanych:
 - a) z miedzi,
 - b) ze stali,
 - c) z mosiądzu i brązu,
 - d) zwanych dwuzłączkami.
12. Klibrowniki służą do:
 - a) wykonywania odgałęzień,
 - b) cięcia rur na wymiar,
 - c) wykonywania kielichów,
 - d) przywrócenia kształtu i wymiaru rury.
13. Do mocowania instalacji gazowej wolno stosować:
 - a) uchwyty z tworzywa sztucznego,
 - b) kołki z tworzywa sztucznego,
 - c) uchwyty ze zwykłej stali,
 - d) uchwyty ze stali nierdzewnej.
14. Odgałęzienia boczne na rurach miedzianych (przewodach głównych) mogą być wykonywane tylko wtedy, gdy średnica odgałęzienia jest:
 - a) dowolnej wielkości,
 - b) większa od średnicy przewodu głównego,
 - c) mniejsza od średnicy przewodu głównego,
 - d) taka sama jak średnica przewodu głównego.
15. Przy rozmieszczaniu uchwytów mocujących dla instalacji miedzianej należy:
 - a) brać pod uwagę estetykę,
 - b) brać pod uwagę oczekiwania zlecniodawcy,
 - c) ściśle trzymać się wytycznych technicznych,
 - d) rozmieścić je równomiernie.

II część

16. Przedstawione łączniki rurowe służą do:

- a) zaprasowywania,
- b) lutowania,
- c) spawania,
- d) gwintowania.



17. W przewodach miedzianych o średnicy powyżej 108 mm jedyną metodą wykonywania połączeń nierozłącznych jest:

- a) lutowanie twarde,
- b) lutowanie miękkie,
- c) zaprasowywanie,
- d) spawanie.

18. Możliwość gięcia rur miedzianych wynika z ich:

- a) twardości,
- b) sprężystości,
- c) wytrzymałości,
- d) plastyczności.

19. Topnik w procesie lutowania:

- a) nawilża i chroni powierzchnię przed utlenianiem,
- b) wzmacnia wytrzymałość złącza,
- c) osłabia wytrzymałość złącza,
- d) podwyższa temperaturę operacji lutowania.

20. Miejsca przegrzane podczas lutowania są:

- a) narażone na korozję,
- b) bardziej wytrzymałe,
- c) mniej wytrzymałe,
- d) takiej samej jak rura jakości.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko

Montaż instalacji z rur miedzianych

Zaznacz poprawną odpowiedź poprzez postawienie znaku X przy prawidłowej odpowiedzi.
Jeżeli pomylisz się – błędną odpowiedź zakreśl kółkiem.

Numer pytania	Odpowiedź				Punktacja
	a	b	c	d	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
Razem					

6. LITERATURA

1. Andrzejczak E., Flis A.: Miedź w instalacjach gazowych. WSiP, Warszawa 2000
2. Bartold – Wisniewska G.: Miedź w instalacjach sanitarnych. WSiP, Warszawa 1996
3. Baur G.: Technologia instalacji wodociągowych i gazowych. Część 1. Instalacje wodociągowe. Podręcznik do nauki zawodu. Rea, Warszawa 1998
4. Baur G.: Technologia instalacji wodociągowych i gazowych. Część 2. Instalacje gazowe. Podręcznik do nauki zawodu. Rea, Warszawa 1998
5. Górecki A., Michalski K.: Instalacje wodociągowe, ogrzewcze i gazowe z miedzi. Poradnik. Polskie Centrum Promocji Miedzi, Wrocław 2000
6. Krygier K., Dieslowski S.: Instalacje sanitarne cz. 2. Podręcznik dla szkoły zasadniczej i technikum. WSiP, Warszawa 1998