

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- zastosować przepisy bhp i ochrony ppoż. przy montażu rur z tworzyw sztucznych,
- rozróżnić łączniki rur z tworzyw sztucznych do połączeń rozłącznych i nierozłącznych,
- zaplanować kolejność wykonywanych robót przy montażu rur z tworzyw sztucznych,
- przygotować materiały potrzebne do montażu rur z tworzyw sztucznych,
- ocenić stan techniczny rur i łączników z tworzyw sztucznych przewidzianych do montażu,
- dostarczyć elementy przewidziane do montażu rur z tworzyw sztucznych na miejsce montażu,
- wykonać cięcie rur z tworzyw sztucznych,
- przygotować końcówki rur do montażu,
- zamocować kształtki na rurociągach z tworzyw sztucznych,
- wykonać połączenie nierozłączne rur z tworzyw sztucznych (zgrzewane),
- wykonać połączenie rozłączne rur z tworzyw sztucznych (kielichowe, kołnierzowe),
- wykonać odgałęzienia na rurociągach z tworzyw sztucznych,
- wykonać połączenia rurociągów z tworzyw sztucznych z armaturą sieciową,
- wykonać przejścia rurociągów z tworzyw sztucznych na rurociągi z innych materiałów
- wykorzystać budowlaną dokumentację techniczną.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Przepisy bhp i ochrony ppoż. przy montażu rurociągów z tworzyw sztucznych

4.1.1. Materiał nauczania

Podczas prac montażowych rurociągów z tworzyw sztucznych pracodawca powinien zapewnić pracownikom odpowiednie **warunki higieniczno-sanitarne**, zwłaszcza: pomieszczenie do podgrzewania i spożywania posiłków, szatnię na odzież własną i roboczą, umywalnię z kabinami natryskowymi, suszarnię odzieży i obuwia, pomieszczenie ustępowe. W przypadku prowadzenia robót z dala od zakładu pracy należy zapewnić pracownikom przewóz na miejsce, schronisko przewoźne lub stałe oraz ustęp [5 cz. 2, s. 215].

Pracodawca nie może dopuścić pracownika do pracy bez środków ochrony indywidualnej oraz odzieży i obuwia roboczego przewidzianych do stosowania na danym stanowisku. Odzież ochronna zabezpiecza pracownika przed niekorzystnymi wpływami środowiska zewnętrznego.

Środki ochrony indywidualnej w jakie powinien być wyposażony pracownik przy montażu rurociągów z tworzyw sztucznych to:

- odzież robocza: ubranie drelchowe, kurtka lub kamizelka ciepłochronna, kurtka przeciwdeszczowa, kamizelka z elementami odblaskowymi,
- środki ochrony kończyn dolnych: trzewiki skórzano – gumowe,
- środki ochrony kończyn górnych: rękawice ochronne drelchowe lub gumowe,
- środki ochrony głowy: kask ochronny,
- środki ochrony słuchu: naszniki przeciwhałasowe i wkładki przeciwhałasowe [7, s. 53-57].

Roboty należy prowadzić zgodnie z zasadami wykonywania robót montażowych oraz z zachowaniem zasad bhp dotyczących warunków pracy w wykopach.

Podczas robót związanych z **montażem rurociągów z tworzyw sztucznych** należy przestrzegać następujących przepisów bhp:

- na stanowisku pracy należy zachować ład i porządek,
- przed rozpoczęciem prac montażowych należy sprawdzić stan wszystkich narzędzi i urządzeń prace należy wykonywać tylko sprawnymi narzędziami i urządzeniami,
- wszelkie samowolne przeróbki narzędzi i urządzeń są zabronione,
- opuszczanie lub podnoszenie rur o masie ponad 250 kg może się odbywać wyłącznie za pomocą odpowiednich urządzeń mechanicznych i tylko pod nadzorem brygadzysty lub majstra,
- w czasie przerw i po zakończeniu pracy maszyny powinny być zabezpieczone przed ich przypadkowym uruchomieniem.

Po zakończonej pracy stanowiska powinny być uprzątnięte, narzędzia i materiały schowane w odpowiednich pomieszczeniach, a same wykopy pokryte balami lub zabezpieczone ogrodzeniem, o zmierzchu zaś i w nocy oświetlone światłami ostrzegawczymi [1, s. 155].

BHP w zakresie obróbki ręcznej i mechanicznej rur

Podczas wykonywania obróbki ręcznej rur z tworzyw sztucznych należy przestrzegać następujących zasad z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy:

- na stanowisku roboczym powinny się znajdować tylko narzędzia niezbędne do zaplanowanej pracy, ułożone w odpowiednim porządku,
- do wykonania poszczególnych operacji wolno używać tylko narzędzi nieuszkodzonych,
- obrabiany przedmiot musi być dobrze zamocowany, aby nie mógł się przesunąć w trakcie wykonywanych operacji,

- używając elektronarzędzi, przed ich uruchomieniem, należy sprawdzić, czy są właściwie uziemione,
- podczas cięcia piłką ręczną brzeszczot powinien być dobrze naciągnięty, co zabezpiecza go przed pęknięciem w czasie cięcia,
- podczas pilowania należy zwracać uwagę, aby palce lewej ręki nie zachodziły poza dolne krawędzie pilnika, co chroni przed skaleczeniem ręki o krawędzie obrabianego przedmiotu,
- odpadów powstałych w czasie obróbki (opilków, wiórów itp.) nie wolno usuwać z powierzchni obrabianej, urządzenia służącego do mocowania (imadła itp.) i blatu stołu gołą dłonią lub palcami bądź poprzez wydmuchiwanie [2, s. 56, 57].

Przy **obróbce mechanicznej** możliwe jest zagrożenie zdrowia i życia ludzkiego. Aby uniknąć wypadków należy przestrzegać następujących zasad bhp:

- obsługujący urządzenie powinien być ubrany w odzież ochronną, spiętą przy dłoniach i stopach. Ponadto musi mieć nakrycie głowy, chroniące jego włosy (zwłaszcza długie) przed ich wkręceniem w obracający się przedmiot lub element urządzenia,
- mechanizmy napędowe powinny mieć osłony, których nie wolno zdejmować w czasie pracy urządzenia,
- obrabiane przedmioty i narzędzia powinny być właściwie zamocowane,
- przed uruchomieniem urządzenia o napędzie elektrycznym należy zawsze sprawdzić uziemienie,
- odpadów powstałych w czasie obróbki (opilków, wiórów itp.) nie wolno usuwać gołą dłonią ani przez wydmuchiwanie ustami lub sprężonym powietrzem [2, s. 56, 57].

Wskazania bhp przy łączeniu rur klejem agresywnym

Klej agresywny do klejenia rur z PVC jest palny, toksyczny i lotny, tworzy w powietrzu mieszaninę wybuchową. Pojemników z klejem nie wolno otwierać w pobliżu otwartego płomienia. Pary rozpuszczalników drażnią oczy i błony śluzowe dróg oddechowych. Należy unikać bezpośredniego kontaktu kleju z ciałem.

W przypadku konieczności posługiwania się klejem w pomieszczeniach zamkniętych, muszą być one intensywnie wentylowane [katalog producenta].

BHP przy zgrzewaniu rur

Zgrzewanie rur powinno być wykonywane ściśle z instrukcją obsługi urządzeń do zgrzewania, dostarczonej przez producenta oraz warunkami technicznymi poszczególnych rodzajów zgrzewania. Podłączenie do sieci elektrycznej i doprowadzenie energii do miejsca montażu powinno być wykonane przez uprawnionych pracowników. Wszystkie urządzenia podłączone do sieci elektrycznej powinny być uziemione. Przed rozpoczęciem procesu zgrzewania należy sprawdzić stan zgrzewarki i narzędzi.

Przy montażu przewodów z rur kołnierзовych nie wolno sprawdzać palcami centryczności otworów w ustawionych kołnierzach. Do tego celu należy stosować stalowe pręty o przystosowanej długości i grubości. Rury kołnierzowe po założeniu w nich gumowych uszczelek należy ściągnąć na stykach śrubami. Śruby należy dokręcać dopasowanym kluczem główkowym lub nastawnym. Ramion klucza nie należy przedłużać.

Montaż rurociągów powinien odbywać się w sposób nie dopuszczający do jego niekontrolowanego przemieszczania się, a także elementów oraz sprzętu związanego z montażem.

4.1.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie środki ochrony indywidualnej powinien posiadać pracownik przy montażu rurociągów z tworzyw sztucznych?
2. Jakie przepisy bhp obowiązują obróbki ręcznej i mechanicznej rur z tworzyw sztucznych?
3. Jakie zagrożenia mogą wyniknąć podczas klejenia rur z tworzyw sztucznych?
4. Jakie przepisy bhp obowiązują podczas zgrzewania rur?
5. Jakie przepisy bhp obowiązują przy montażu rurociągów z tworzyw sztucznych?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Określ jakie zasady bhp obowiązują przy obróbce rur z tworzyw sztucznych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z wymaganiami dotyczącymi bezpieczeństwa i higieny pracy przy montażu rurociągów z tworzyw sztucznych,
- 2) obejrzeć film, zdjęcia lub ilustracje przedstawiające prace związane z obróbką rur z tworzyw sztucznych i stosowanie przepisów bhp,
- 3) przeanalizować uzyskane informacje,
- 4) wskazać zasady bhp jakie należy przestrzegać podczas obróbki ręcznej i mechanicznej rur z tworzyw sztucznych,
- 5) zapisać wyniki swoich spostrzeżeń w zeszycie.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- film, zdjęcia przedstawiające prace związane z obróbką rur z tworzyw sztucznych,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 2

Określ skutki nieprzestrzegania przepisów bhp związanych z montażem rurociągów z tworzyw sztucznych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z wymaganiami dotyczącymi bezpieczeństwa i higieny pracy przy montażu rurociągów z tworzyw sztucznych,
- 2) obejrzeć film, zdjęcia lub ilustracje przedstawiające montaż rurociągów z tworzyw sztucznych i stosowanie przepisów bhp,
- 3) przeanalizować uzyskane informacje,
- 4) wskazać dlaczego konieczne jest stosowanie przepisów bhp przy montażu rurociągów z tworzyw sztucznych,
- 5) określić skutki nieprzestrzegania przepisów bhp podczas montażu rurociągów z tworzyw sztucznych,
- 6) zapisać wyniki swoich spostrzeżeń w zeszycie.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- film przedstawiający montaż rurociągów z tworzyw sztucznych,
- zdjęcia lub ilustracje z miejsc wykonywania montażu rurociągów z tworzyw sztucznych,
- literatura z rozdziału 6.

4.2. Rury z tworzyw sztucznych do budowy sieci komunalnych

4.2.1. Materiał nauczania

Tworzywa sztuczne to materiały, których podstawowym składnikiem są wielkocząsteczkowe związki organiczne zwane polimerami, a są otrzymywane w wyniku reakcji z monomerów (organicznych związków niskocząsteczkowych). Tworzywa sztuczne zawierają też składniki dodatkowe, nadające im określone właściwości przetwórcze i użytkowe.

Ze względu na te właściwości tworzywa sztuczne dzielimy na:

- **tworzywa termoplastyczne**, których cechą charakterystyczną jest ich mięknięcie (do stanu plastyczności) pod wpływem podwyższonej temperatury,
- **tworzywa utwardzalne** (nieodwracalnie) pod wpływem wyższej temperatury (tzw. termoutwardzalne) lub środków chemicznych (tzw. chemoutwardzalne).

Tworzywa termoplastyczne stosowane do produkcji rur, kształtek, elementów armatury sieciowej to m. in. **polichlorek winylu** (PVC), **polietylen** (PE), **polipropylen** (PP) i **polibutylen** (PB). Rury produkuje się w wylaczkach formujących rury w sposób ciągły z upłynnionego tworzywa. Kształtki, elementy armatury wykonuje się we wtryskarkach, przez wtłoczenie do form podgrzanej masy tworzywa.

Tworzywa termo- i chemoutwardzalne stosuje się m.in. do produkcji rur, kształtek, używa się ich z różnymi wypełniaczami (mączką mineralną, włóknem szklanym itp.), które podwyższają korzystne cechy fizykochemiczne wyrobu. Ponadto tworzywa te znajdują zastosowanie jako kity uszczelniające, kleje i materiały izolacyjne – antykorozyjne i ciepłe. Do najczęściej używanych należą **żywice poliestrowe, epoksydowe i poliuretanowe**.

Żywice poliuretanowe służą do wytwarzania lakierów i kitów. Używa się także do wytwarzania pianek poliuretanowych. Surowcem do ich produkcji są m.in. poliestry. Pianki poliuretanowe charakteryzują się małą gęstością ($0,033 \text{ g/cm}^3$) i dobrą izolacyjnością cieplną. Używa się ich na izolacje cieplne przewodów [2, s. 18].

Tworzywa sztuczne charakteryzują się następującymi **zaletami**:

- dużą odpornością na działanie agresywnych czynników (mediów) i na korozję,
 - dobrymi właściwościami wytrzymałościowymi w zakresie dopuszczalnej temperatury,
 - złym przewodnictwem elektryczności i ciepła,
 - łatwością przetwarzania na konkretne materiały,
 - łatwością obróbki w trakcie robót montażowych,
- jednocześnie jednak ich **wadą** jest:
- duża rozszerzalność liniowa (dochodząca do 14-krotnie większej od stali),
 - słaba odporność na uderzenia i działanie ognia,
 - słaba odporność na działanie promieni ultrafioletowych (skłonność do starzenia) [2, s. 18].

Właściwości rur z tworzyw sztucznych

Polichlorek winylu (PVC) jest polimerem termoplastycznym, produkowanym przemysłowo w postaci białego proszku. Podstawowym produktem do jego produkcji jest acetylen lub etylen. Produkty te są pochodnymi węgla kamiennego, ropy naftowej lub gazu ziemnego. Przerabiany w postaci niezmienionej (bez plastyfikatorów) służy do produkcji rur, kształtek, elementów armatury [6, s. 5].

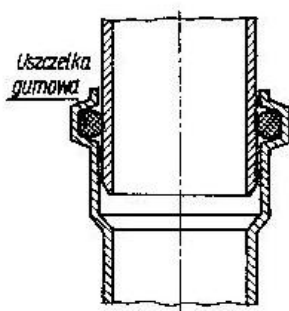
Polichlorek winylu charakteryzuje się małą gęstością (około $1,4 \text{ g/cm}^3$). Zakres zastosowania jest ograniczony temperaturą cieczy i gazów przesyłanych przewodami. Temperatura przesyłanych mediów powinna być zawarta w granicach $0 \div 40^\circ\text{C}$ (przy krótkotrwałych przepływach do 60°C). W niskiej temperaturze PVC staje się kruchy i nieodporny na uderzenia, a w wyższej – uplastycznia się i traci wytrzymałość.

Polichlorek winylu jest materiałem twardym, nie podlegającym korozji oraz posiadającym zdolność tłumienia drgań. Nie jest on atakowany przez gryzonie i insekty. Ścianki wewnętrzne rur z PVC są bardzo gładkie. Trwałość rur z PVC w przeciętnie spotykanych warunkach eksploatacyjnych jest obliczana na 50 lat. PVC nie powoduje zmian własności wody przepływającej przewodami. Wykazuje znaczną odporność na chemiczne i mechaniczne działanie wody i roztworów wodnych, agresywnych cieczy (o odczynie zasadowym i kwaśnym), większości bezwodnych kwasów, tłuszczów, olejów mineralnych i gazów przemysłowych, tlenu i ozonu. Do zalet PVC zalicza się też łatwość obróbki i prostotę montażu wyrobów z niego wytwarzanych.

Rury PVC nie są odporne na działanie acetonu, benzenu, chlorku metylu, cykloheksanolu, kwasu octowego, octanu winylu i trójchloroetyleny. Substancje te naruszają materiał rury (przenikają przez ściankę rury na całej powierzchni styku), powodując jego zmiękczanie oraz pęcznienie. Działanie promieni ultrafioletowych, wchodzących w skład widma promieniowania słonecznego, przyspiesza starzenie się materiału i dlatego konieczne jest osłanianie rur PVC przed bezpośrednim działaniem słońca.

Przy budowie rurociągów z rur PVC wykonywane są następujące rodzaje połączeń:

- złącza kielichowe na wcisk z uszczelką gumową (złączki dwukielichowe, nasuwki),
- złącza kielichowe klejone,
- złącza kołnierzowe z uszczelką gumową,
- złączki przejściowe do połączeń z rurami betonowymi, kamionkowymi, żeliwnymi, PVC.

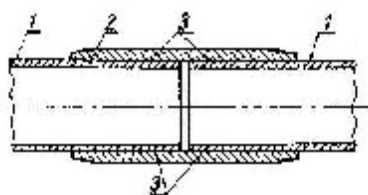


Rys. 1. Połączenie kielichowe rur z PVC za pomocą gumowego pierścienia uszczelniającego [2, s. 72]

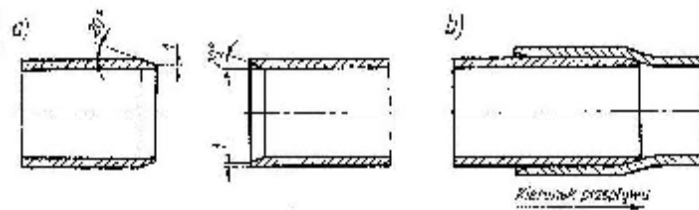
Rury o średnicy poniżej 50 mm mogą być bezkielichowe, do łączenia ich metodą klejenia służą kształtki wtryskowe z PVC. Rury te mogą być łączone na klej agresywny, wprowadzany za pomocą płaskiego pędzla do całego wolnego miejsca w kielichu w miejsce uszczelki gumowej.

Połączenia klejone rur PVC w wykopie stosuje się rzadko gdyż są trudne do wykonania zwłaszcza w warunkach polowych, co wynika z warunków zapewnienia czystości klejonych powierzchni. Na budowie ten warunek nie zawsze może być zachowany – nawet przy klejeniu rur pod osłonami namiotu – ponieważ namioty chronią przede wszystkim przed opadami atmosferycznymi, a nie osłaniają przed kurzem, który może osiadać na oczyszczonych lub pokrytych klejem powierzchniach rury. Połączenia klejone stosuje się gdy istnieje możliwość niszczącego działania wody gruntowej na gumowe uszczelki lub gdy zachodzi konieczność zastosowania złączy stałych w przypadku ruchów poprzecznych rurociągu [6, s. 40].

Złącza klejone mogą stanowić również element przy wykonywaniu połączeń kołnierzowych.



Rys. 2. Połączenia klejone rur z PVC z zastosowaniem złączki dwukielichowej:
1 – rury z PVC gładkie, 2 – złączka dwukielichowa,
3 – powierzchnia klejenia [2, s. 73]



Rys. 3. Połączenia klejone rur z PVC o jednakowych średnicach:
a) przed połączeniem, b) po połączeniu [2, s. 71]

Polietylen (PE) otrzymuje się w wyniku polimeryzacji etylenu. Istnieją trzy podstawowe grupy metod polimeryzacji etylenu: wysoko-, średnio- i niskociśnieniowe. W Polsce produkowany jest polietylen wysokociśnieniowy. Materiałem bazowym do produkcji rur jest PE-HD klasy PE 80 i PE 100. Charakteryzuje się on małą gęstością (ok. $0,92 \text{ g/cm}^3$). Może być stosowany w temperaturze: $-20 \div +60^\circ\text{C}$. W niskiej temperaturze (w razie zamarznięcia cieczy w przewodach) nie staje się kruchy i nie pęka. Rury i kształtki produkuje się podobnie jak z PVC. Rury z polietylenu (w przeciwieństwie do rur z PVC) są łatwe do zgrzewania w temperaturze $250 \div 270^\circ\text{C}$.

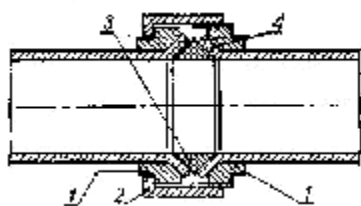
Polietylen jest materiałem trwałym, nie jest atakowany przez gryzonie, a rozwój bakterii w wodzie wypełniającej rury PE nie jest większy niż na rurach stalowych. Niska wartość modułu sprężystości materiału zabezpiecza przed pękaniem rur PE przy tworzeniu się w nich korków lodowych. Znaczna wydłużalność materiału pozwala na stosowanie rur PE na terenach szkód górniczych.

Rury PE są elastyczne, mają gładkie ścianki wewnętrzne, są lekkie i łatwe w montażu. Wykazują się całkowitą odpornością na działanie prądów błędzących, nie podlegają więc także korozji elektrolitycznej. Są one odporne na korozję, na działanie substancji chemicznych i związków nieorganicznych, takich jak: sole, wodorotlenki i kwasy, z wyjątkiem bardzo silnych utleniaczy (np. stężonego kwasu azotowego, siarkowego i nadchlorowego, ciekłego bromu i chloru).

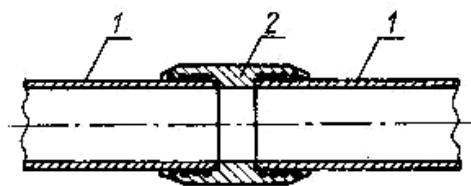
Polietylen nie rozpuszcza się w żadnym ze znanych rozpuszczalników. Nie jest on natomiast odporny na długotrwałe działanie niektórych olejów, wazelin i glicerydów. Niektóre substancje organiczne powodują pęcznienie powierzchni rur PE tzw. korozję naprężeniową [2, s. 28].

Rury z PE łączy się następującymi technikami:

- zgrzewanie czołowe, stosowane głównie dla rur o średnicy powyżej 63 mm,
- zgrzewanie elektrooporowe, stosowane głównie dla rur o średnicach mniejszych niż 110 mm,
- połączenia zaciskowe: złączki zaciskowe dla rur wodnych, dwuzłączki z tworzyw sztucznych, tuleje kołnierzone oraz kształtki przejściowe PE/stal dla rur gazowych [4, s. 92].



Rys. 4. Połączenie rur PE za pomocą dwuzłączki:
1 – złączki dociskowe, 2 – nakrętka kapturowa,
3 – pierścień o przekroju trójkątnym,
4 – rury z PE [2, s. 77]



Rys. 5. Połączenie zgrzewane elektrooporowo rur PE:
1 – rury PE, 2 – złączka kielichowa z drutem oporowym
[2, s. 75]

Polipropylen (PP) otrzymuje się w formie granulatu w wyniku polimeryzacji propylenu. Polipropylen charakteryzuje się małą gęstością (ok. $0,9 \text{ g/cm}^3$), dobrą elastycznością, dużą odpornością chemiczną, odpornością na ścieranie, na działanie wody, roztworów silnych kwasów, zasad i soli nieorganicznych. Rury z PP wykazują się gładką powierzchnią ścianek uniemożliwiającą zaleganie osadów, dużą sztywnością, twardością i odpornością na uderzenia dynamiczne, wysoką odpornością na starzenie dzięki stabilizacji termicznej, odpornością na czynniki atmosferyczne poprzez dodawanie fotostabilizatorów np. sadzy, niską odpornością na działanie silnych utleniaczy [katalog producenta].

Temperatura topnienia polipropylenu zawiera się w granicach $160 \div 165^\circ\text{C}$. Przewody z polipropylenu mogą więc być stosowane nie tylko do montażu sieci wodociągowych i kanalizacyjnych ale również ciepłych. Polipropylen nadaje się do formowania wytłaczanego i wtryskowego (w zakresie rur i kształtek). Jest on stosowany gdy pożądana jest większa sztywność i trwałość kształtu wyrobu. Rury polipropylenowe łączy się za pomocą zgrzewania polifuzyjnego oraz kielichowo [2, s. 18].

Tabela. 1. Wybrane własności poszczególnych tworzyw sztucznych [4, s. 14]

Wyszczególnienie	PP	PB	PE	PE-X	PVC
Gęstość [g/cm^3]	0,89-0,92	0,93	0,92	0,93-0,96	1,3-1,45
Temperatura mięknięcia (Vicat) [$^\circ\text{C}$]	85		60		80
Moduł sprężystości [N/mm^2]	1800	340	600	>600	2400-4100
Wytrzymałość na granicy plastyczności [MPa]	32	22	10-20	25	42
Wytrzymałość przy zerwaniu [MPa]	39		15,21		50
Wydłużenie przy zerwaniu [%]	800		600		>80
Współczynnik rozszerzalności liniowej [$1/\text{k} \cdot 10^{-4}$]	1,6	1,3	1,4	1,4	1,8
Współczynnik przewodnictwa cieplnego [W/mK]	0,13	0,23	0,35	0,40	0,16

Zakres stosowania rur z tworzyw sztucznych:

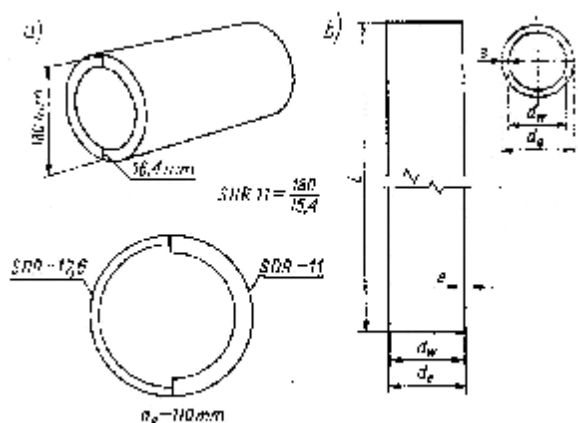
- sieci wodociągowe zewnętrzne: PVC-U, PE i PP,
- sieci gazowe zewnętrzne z rur PE,
- sieci kanalizacyjne zewnętrzne bezciśnieniowe: PVC-U, PP, PE,
- sieci kanalizacyjne zewnętrzne ciśnieniowe: PE,
- sieci ciepłownicze (rura przewodowa): PEX, PB,
- połączenia domowe wodociągowe, gazowe i przyłącza kanalizacyjne z rur PVC o złączach wciskowych lub klejonych oraz z rur PE o złączach zgrzewnych lub przy stosowaniu złączek zaciskowych.

Rury polietylenowe stosowane do rozprowadzania paliw gazowych powinny być wykonane z polietylenu o dużej gęstości HDPE klasy 80, znak „B” w kolorze żółtym, z atestami i certyfikatami. Muszą być wykonane zgodnie z normą zakładową: ZN-G-3150 Gazociągi. Rury polietylenowe. Wymagania i badania.

Do budowy rurociągów gazowych z PE stosowane są rury z szeregu wymiarowego:

- Szereg SDR 11 - średnice do 90 mm,
- Szereg SDR 17,6 - średnice > 90 mm.

SDR – jest to stosunek zewnętrznej średnicy rury (d_e) do grubości jej ścianek (e), $SDR = d_e / e$.



Rys. 6. Charakterystyka wymiarowa rur polietylenowych: a) zależność między średnicą zewnętrzną, a grubością ścianki, b) szkic wymiarowy prostki rurowej [1, s. 319]

Rury polietylenowe HDPE produkowane są z polietylenu o gęstości powyżej 930 kg/m³, z dodatkiem antyutleniaczy, stabilizatorów i pigmentów dzięki czemu uzyskuje się wymagane własności mechaniczne i zgrzewalność.

Rury o średnicach do 75 mm dostarczane są w zwojach o długości 50÷100 m. Rury o średnicach powyżej 90 mm produkowane są w odcinkach o długości 6, 10 lub 12 m.

Rodzaje kształtek do łączenia rur z PE do wody i gazu:

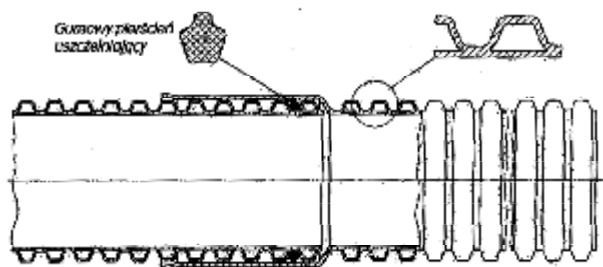
- kształtki do zgrzewania czołowego: kolana, łuki, trójniki, zwężki, zaślepki, tuleje kołnierzowe, odgałęzienia siodłowe, trójniki siodłowe,
- kształtki do zgrzewania elektrooporowego: mufki, kolana, trójniki równoprzelotowe, trójniki siodłowe sieciowe równoprzelotowe, trójniki siodłowe sieciowe, odgałęzienia siodłowe, odgałęzienia siodłowe z kołnierzem, kształtki naprawcze – obejmmy dzielone itp., (kształtki z wtopionym drutem oporowym),
- kształtki do zgrzewania polifuzyjnego: mufki, kolana, łuki, trójniki, zwężki, zaślepki, tuleje kołnierzowe,
- połączenia mechaniczne np. PE/stal: zaciskowa tuleja metalowa nasuwana lub wsuwana, kształtki zaciskowe skręcane, kształtki z wtopionymi w tworzywo elementami metalowymi, tuleje kołnierzowe lub zaciskowe.

Do budowy sieci wodociagowych i kanalizacyjnych z tworzyw sztucznych stosuje się głównie **rury z nieplastifikowanego polichlorku winylu (PVC), polipropylenu (PP) i polietylenu (PE-HD)** wysokiej gęstości. Łączy się je za pomocą połączeń kielichowych, uszczelnianych gumowymi uszczelkami – okrągłymi lub wargowymi lub połączeń kielichowych klejonych.

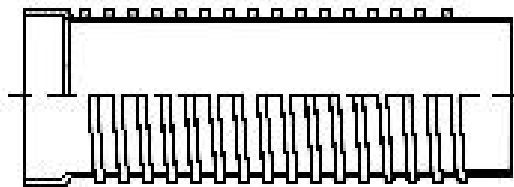
Rury do budowy kanałów muszą przede wszystkim charakteryzować się odpornością powierzchni wewnętrznych i zewnętrznych na agresywne działanie ścieków i wód gruntowych, bardzo dobrą szczelnością połączeń, dobrą wytrzymałością na obciążenia zewnętrzne [5, s. 169].

Produkowane są rury PVC o ścianie jednorodnej oraz o ścianie podwójnej. **Rury o ścianie jednorodnej** występują w różnych klasach wytrzymałości na obciążenia, co przejawia się zróżnicowaniem grubości ścianek rury dla tych samych średnic.

Rury PVC o podwójnej ścianie charakteryzują się specjalną konstrukcją: wewnętrzną powierzchnię rury tworzy gładka ścianka, natomiast powierzchnia zewnętrzna to ścianka karbowana, która we wgłębieniach połączona jest na stałe ze ścianką wewnętrzną. Dzięki temu uzyskuje się wysoka wytrzymałość na obciążenia zewnętrzne. Połączenie rur PVC o podwójnej ścianie wykonuje się przez wsunięcie końca bosego rury do kielicha. Uszczelnienie stanowi gumowy pierścień zakładany na końcu bosym między dwoma karbami rury [3, s. 170].



Rys. 7. Rura kanalizacyjna z PVC o ścianie podwójnej [3, s. 170]



Rys. 8. Rura profilowa PEHD/PP [5, s. 177]

Rury polipropylenowe to rury dwuścienne, które podobnie jak rury PVC charakteryzują się dużą odpornością na agresywne działanie ścieków i wód gruntowych oraz prostym montażem. Rury te są produkowane o średnicach wewnętrznych 100÷1050 mm i długościach 6 m. Połączenie wykonuje się przy użyciu łącznika z wewnętrznym pierścieniem oporowym.

Rury profilowe PEHD/PP wytwarzane są przez obrotowe nakładanie polietylenu wysokiej gęstości (PEHD) i spiralne nawijanie polipropylenowego (PP) węża. Proces ten przebiega w ściśle określonej temperaturze dzięki czemu uzyskuje się jednorodną całość mimo zastosowania dwu materiałów. Wewnątrz rura nie ma szwów i jest całkowicie gładka, a jej współczynnik chropowatości wynosi tylko $k=0,01\text{mm}$. Produkcja rur profilowych umożliwia dostosowanie parametrów rury do konkretnych warunków pracy – różne profile ścianki rury zapewniają odpowiednie parametry wytrzymałościowe. Rozróżnia się rury:

- o profilu VW stosowane do produkcji kształtek,
- o profilu SM wykorzystywane do budowy pompowni i zbiorników,
- o profilu KR i SK stosowane do budowy kanałów.

Połączenia tych rur to połączenia kielichowe – uszczelnienie stanowi elastomerowa uszczelka. Stosuje się również polietylenowe spawanie między końcem bosym, a kielichem rury oraz łączenie rur przez spawanie lub zgrzewanie dwóch końców bosych [5, s. 174].

Do budowy sieci kanalizacyjnej są również stosowane **rury wielowarstwowe f - my HOBAS**. Ścianka tych rur jest zbudowana z ośmiu warstw głównie z włókna szklanego i żywicy poliestrowej oraz piasku. Połączenia wykonuje się przy użyciu specjalnych łączników poliestrowych zbrojonych włóknem szklanym (łączniki typu FWC) [5, s. 178].

Do produkcji **rur preizolowanych** (złożonych z rury przewodowej, izolacji i płaszcza ochronnego) oraz kształtek stosuje się:

- **na rury przewodowe** – rury z polietylenu usieciowanego PE-X lub rury z polibutyleny PB o odpowiednich parametrach wytrzymałościowych, odpowiedniej wymaganej odporności na temperaturę i ciśnienie, optymalnej trwałości eksploatacyjnej, o odpowiedniej wymaganej odporności na procesy starzeniowe,
- **na izolację termiczną** – spieniona pianka poliuretanowa, pólstywna lub sztywna, lub inne spieniane tworzywa piankowe o zamkniętą komórkową strukturę, o odpowiednich parametrach wytrzymałościowych, odpowiedniej wymaganej odporności na temperaturę, o współczynniku przewodności cieplnej nie wyższym niż $0,035 \text{ W/mK}$ ($t_{\text{sr}} = 50^\circ\text{C}$),
- **na płaszcz osłonowy** – rury z polietylenu wysokiej gęstości PEHD, rury z polietylenu PE – LD lub PE – MD o niższych gęstościach,
- **do łączenia odcinków rur preizolowanych** – ciśnieniowe złączki zaciskowe, złączki skręcane oraz złączki zaciskowo – skręcane, wykonane z mosiądzu, stali nierdzewnej i kwasoodpornej.

4.2.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jak dzieli się tworzywa sztuczne?
2. Jakie tworzywa sztuczne stosuje się do produkcji rur i kształtek?
3. Jakie właściwości charakteryzują rury z poszczególnych rodzajów tworzyw sztucznych?
4. W jaki sposób łączy się poszczególne rodzaje rur z tworzyw sztucznych?
5. Jak zbudowana jest rura preizolowana?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Rozpoznaj i nazwij przygotowane przez nauczyciela łączniki i kształtki do montażu rurociągów z tworzyw sztucznych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z rodzajami materiałów rurowych z tworzyw sztucznych i ich charakterystyką,
- 2) przeanalizować modele, zdjęcia i rysunki przedstawiające rury, kształtki i łączniki oraz wykonane połączenia rur z tworzyw sztucznych,
- 3) rozpoznać i nazwać przygotowane przez nauczyciela łączniki i kształtki do montażu rurociągów z tworzyw sztucznych,
- 4) zapisać wnioski w zeszycie.

Wyposażenie stanowiska pracy

- modele, rysunki, zdjęcia, przedstawiające łączniki, kształtki do rurociągów z tworzyw sztucznych,
- katalogi techniczne, prospekty materiałów stosowanych do montażu rurociągów z tworzyw sztucznych,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 2

Określ sposób łączenia poszczególnych rur z tworzyw sztucznych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z rodzajami materiałów rurowych z tworzyw sztucznych i ich charakterystyką,
- 2) przeanalizować modele, zdjęcia i rysunki przedstawiające połączenia rur z tworzyw sztucznych,
- 3) określić sposoby połączeń dla poszczególnych rodzajów rur,
- 4) zapisać wnioski w zeszycie,
- 5) zaprezentować wnioski grupie.

Wyposażenie stanowiska pracy

- modele, rysunki, zdjęcia, przedstawiające modele połączeń rur z tworzyw sztucznych,
- katalogi, prospekty materiałów i technologii stosowanych do montażu rurociągów z tworzyw sztucznych,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 3

Porównaj rury PVC i PE do budowy rurociągów komunalnych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z charakterystyką rur z PVC i z PE,
- 2) obejrzeć zdjęcia, schematy lub modele połączeń rur z PVC i PE,
- 3) określić właściwości i zastosowanie rur z PVC i PE,
- 4) określić sposoby połączeń tych rur,
- 5) zestawić charakterystyki poszczególnych rur w formie porównania,
- 6) wyniki zapisać w zeszycie np. w formie tabeli,
- 7) zaprezentować wyniki grupie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- opracowania zawierające charakterystyki rur z PVC i PE (katalogi producentów),
- modele i zdjęcia połączeń rur z PVC i PE,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 4

Rozpoznaj na schemacie połączenia poszczególnych rur z tworzyw sztucznych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z rodzajami i charakterystyką połączeń rur z tworzyw sztucznych,
- 2) obejrzeć zdjęcia, schematy lub modele połączeń poszczególnych rodzajów rur z tworzyw sztucznych,
- 3) rozpoznać na schemacie przedstawionym przez nauczyciela rodzaje połączeń,
- 4) wyniki zapisać w zeszycie.

4.3. Cięcie rur z tworzyw sztucznych

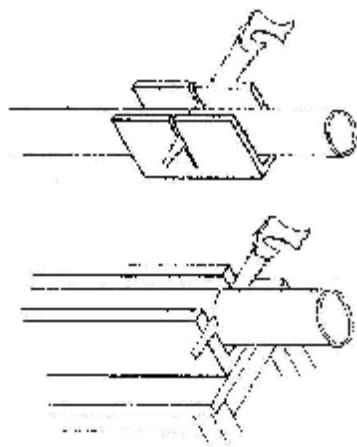
4.3.1. Materiał nauczania

Podczas montażu rurociągów z tworzyw sztucznych często zachodzi konieczność skracania rur do wymaganej długości. Cięcie rur wykonuje się na powierzchni terenu względnie w wykopie. Dotyczy ono m. in. obcinania końców rur, przecinania oraz wycinania określonych odcinków rurociągów.

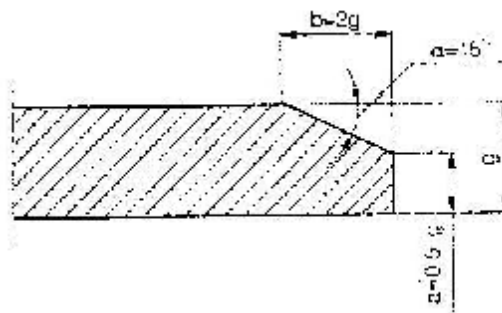
Narzędzia niezbędne do obcinania i fazowania bosego końca rur z tworzyw sztucznych to:

- korytka drewniane z drewna twardego z nacięciem szczelinowym w płaszczyźnie prostopadłej do osi rury, oddzielnie dla każdej średnicy przewodu. Dla dużych średnic można stosować korytka metalowe, z tym, że nacięcie szczelinowe musi być zabezpieczone wymiennym obramowaniem z drewna twardego,
- ręczna piłka do drewna z drobnym uzębieniem (2 – 3 mm). Długość piłki powinna wynosić co najmniej dwukrotną średnicę przecinanej rury,
- piły brzeszczotowe ręczne o napędzie elektrycznym lub piły mechaniczne brzeszczotowe i elektryczne piły tarczowe,
- pilniki płaskie o długości 30 cm: zdzierak i gładzik.

Cięcie poprzeczne rur powinno być wykonywane w płaszczyźnie prostopadłej do osi rury. Przyrządem pozwalającym na utrzymanie dokładności cięcia jest drewniane korytko, o wielkości dostosowanej do średnicy rury.



Rys. 9. Sposoby korzystania z korytka drewnianego do obcinania rur [katalog producenta]



Rys. 10. Wymiary dla obróbki krawędzi bosego końca rury [katalog producenta]

Operacja cięcia rury składa się z następujących czynności:

- na powierzchni rury kolorową kredką należy oznaczyć linię cięcia,
- rurę umieścić w drewnianym korytku tak, aby znak cięcia na rurze znajdował się naprzeciw nacięć szczelinowych w korytku,
- przytrzymując rurę w korytku, aby wyeliminować przesuwanie się rury wzdłuż w korytku, należy przeciąć rurę za pomocą piłki ręcznej lub mechanicznej [katalog producenta].

Dla ułatwienia i przyspieszenia ręcznego cięcia stosowane są coraz częściej piły brzeszczotowe ręczne o napędzie elektrycznym, natomiast do mechanicznego cięcia rur służą m.in. piły mechaniczne brzeszczotowe i elektryczne piły tarczowe [2, s. 38].

Do cięcia rury mogą być używane również inne urządzenia typu obcinaków rolkowych, gwarantujących przecięcie rury w płaszczyźnie prostopadłej do jej osi.



Rys. 11. Elektryczna piła szablasta do cięcia rur firmy REMS [katalog producenta]



Rys. 12. Piła tarczowa do cięcia rur firmy REMS [katalog producenta]

Przycięta rura wymaga fazowania. Czynność ta poprzedza łączenie rur z tworzyw sztucznych. Fazowanie bosych końców polega na zmniejszeniu średnicy zewnętrznej bosego końca rury przez następującą obróbkę jego krawędzi:

- oznaczenie głębokości obróbki,
- ścięcie krawędzi za pomocą pilnika – zdzieraka do oznaczonej głębokości,
- wygładzenie obrabianej powierzchni i kantów pilnikiem – gładzikiem i usunięcie opiłków z rury [katalog producenta].

4.3.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Kiedy i w jakim celu obcina się rury?
2. Jakie narzędzia służą do obcinania rur z tworzyw sztucznych?
3. Z jakich czynności składa się cięcie rur z tworzyw sztucznych?
4. Na czym polega fazowanie końcówek rur?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Określ rodzaje i zadania narzędzi niezbędnych do cięcia i przygotowywania końcówek rur do montażu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się zasadami cięcia i fazowania rur z tworzyw sztucznych,
- 2) określić rodzaje narzędzi niezbędnych do cięcia i przygotowywania końcówek rur do montażu,
- 3) określić zadania poszczególnych narzędzi do obróbki rur z tworzyw sztucznych,
- 4) wyniki zapisać w zeszycie,
- 5) zaprezentować wyniki grupie.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- podstawowe narzędzia do obróbki rur,
- film i zdjęcia robót związanych z cięciem i fazowaniem rur,
- literatura z rozdziału 6.

4.4. Połączenia zgrzewane rur z tworzyw sztucznych

4.4.1. Materiał nauczania

Połączenia zgrzewane to podstawowe połączenia rur polietylenowych i polipropylenowych. Stosuje się w zasadzie trzy metody: **zgrzewania czołowego, elektrooporowego i polifuzyjnego**, z których dwie pierwsze zalecane są w montażu rurociągów do przesyłania wody i gazu. Wybór metody zależy przede wszystkim od średnicy łączonych elementów.

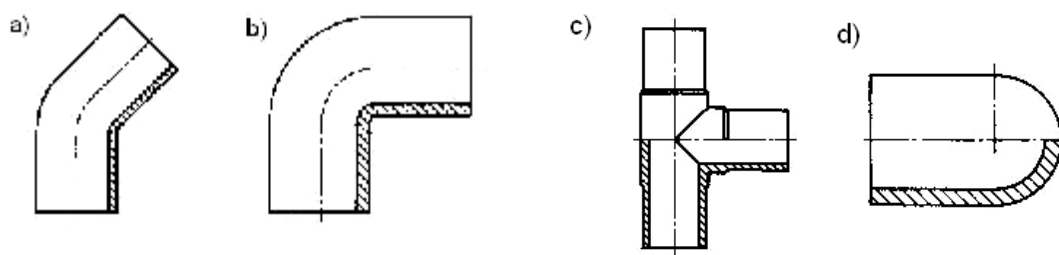
Zgrzewanie jest procesem, w trakcie którego, materiał dwu łączonych powierzchni rur powinien przenikać się pod wpływem wysokiej temperatury i docisku, tworząc jednolitą strukturę w miejscu połączenia. Ten sposób łączenia stosowany jest do łączenia prostych odcinków rur i do odcinków rur z kształtkami umożliwiającymi połączenia kołnierzone. Połączenie zgrzewane jest co najmniej tak mocne jak rura. Połączenia te są bardzo wytrzymałe dzięki czemu można długie ciągi rur przygotowywać na powierzchni, a następnie umieścić je w ziemi. Zgrzewanie rur i kształtek rurociągów z tworzyw sztucznych należy przeprowadzać zgodnie z procedurami podanymi przez producenta [4, s. 92].

Stanowisko do zgrzewania rur z tworzyw sztucznych

Łączenie przewodów polegające na elektrooporowym lub czołowym zgrzewaniu rur PE ze sobą wykonuje się na zewnątrz wykopu. Zgrzewanie powinno być wykonywane w temperaturze powyżej - 5°C. Nie należy wykonywać zgrzewania podczas mgły niezależnie od temperatury otoczenia. Stanowisko zgrzewania ustawia się w miejscu zabezpieczonym przed wpływami atmosferycznymi (opady, wiatr), najlepiej pod namiotem ochronnym. Na miejsce montażu należy doprowadzić energię elektryczną. Podłączenie do sieci elektrycznej i doprowadzenie energii powinno być wykonane przez uprawnionych pracowników.

Poszczególne odcinki rur na stanowisku przesuwają się w miarę zgrzewania. Zgrzane odcinki rur o długości do 200 m przenosi się w miejsce ich ułożenia.

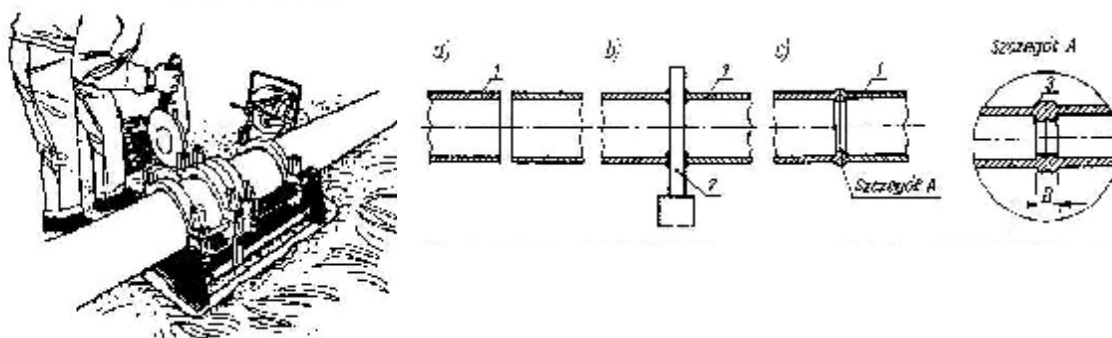
Zgrzewanie czołowe na styk, polega na nagrzaniu czołowych powierzchni łączonych elementów przez zetknięcie z płytą grzewczą, ogrzaną do temperatury 200÷220°C, a następnie odsunięciu ich od płyty i wzajemnym dociśnięciu osiowym. Do nagrzania końcówek elementów łączonych używa się najczęściej płyt grzejnych elektrycznych, których płaszczyzny robocze muszą być płaskie i równoległe względem siebie, a rozkład temperatury na ich powierzchni nie może wykazywać różnic większych niż 10°C. Czas wykonania połączenia zależy od średnicy i wynosi 6÷10 sekund. Zgrzewanie czołowe może być przeprowadzane na rurociągach o średnicy 63 mm i większej. Powinno być ono wykonywane ściśle wg instrukcji obsługi urządzeń do zgrzewania, dołączonej przez producenta. Parametry zgrzewania powinny być podane przez producenta rur w instrukcji montażu [1, s. 194].



Rys. 13. Kształtki z PE do zgrzewania czołowego: a) kolano – 45°, b) kolano - 90°, c) trójnik, d) korek do zaślepiania końca rury [1, s. 64]

Aby poprawnie wykonać połączenie należy zwrócić uwagę na:

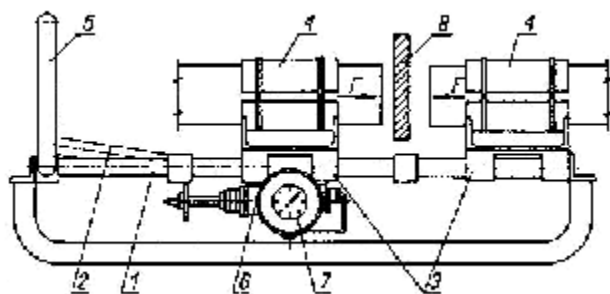
- prostopadłe do osi obcięcie końcówek rur, wyrównanie i ich oczyszczenie z obrzynek,
- czystość łączonych powierzchni rur,
- współosiowość rur, (owalizację należy usunąć stosując nakładki mocujące w zgrzewarce),
- czystość płyty grzejnej, którą należy utrzymywać poprzez usuwanie zanieczyszczeń tylko za pomocą drewnianego skrobaka i papieru zwilżonego alkoholem,
- prowadzenie studzenia zgrzewu tylko w sposób naturalny, bez przyspieszania wentylatorem czy wodą.



Rys. 14. Zgrzewanie czołowe rur z PE: a) rury z PE, b) zgrzewanie końcówek rur z PE, c) połączenie zgrzewane po docięnięciu: 1 - rury z PE, 2 – płyta grzejna c) rowek między wypływkami [2, s. 75; katalog producenta]

Wykonując zgrzewanie czołowe należy pamiętać, że:

- zgrzewane czołowo mogą być tylko elementy z tego samego materiału, o jednakowej grubości ścianek, a tym samym o jednakowej temperaturze, czasie podgrzewania i sile docisku łączonych elementów,
- zgrzewanie czołowe można prowadzić w temperaturze otoczenia od 0 do 45°C,
- użyty sprzęt musi gwarantować stałą kontrolę temperatury zgrzewania i siły docisku.
- przyrządy mocujące powinny zapewniać unieruchomienie łączonych części w sposób nie powodujący uszkodzenia ich powierzchni i ich współosiowe położenie względem siebie,
- zgrzewarki muszą zapewniać warunki do obróbki powierzchni czołowych łączonych elementów z zachowaniem ich równoległości (po kontrolnym dosunięciu do siebie płaszczyzn czołowych szczelina między nimi na całym obwodzie nie może być większa niż 0,5 mm [2, s. 74, 75].



Rys. 15. Schemat urządzenia do czołowego zgrzewania rur:
1 – podstawa, 2 – układ korbowy, 3 – siłowniki z uchwytami,
4 – zamocowanie rury w uchwytach, 5 – mechanizm dociskowy,
6 – przełącznik hydrauliczny, 7 – manometr, 8 – płyta grzewcza
[1, s. 196]



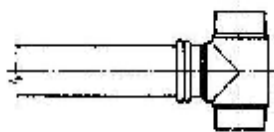
Rys. 16. Urządzenie do czołowego zgrzewania rur f - my REMS
[katalog producenta]

W wyniku zgrzewania na całym obwodzie łączonych elementów zarówno na zewnątrz jak i wewnątrz, powinna powstać podwójna wypływka, której szerokość zależy od średnicy i grubości ścianki łączonych elementów. Można ją uznać za prawidłową, gdy zgrubienie zgrzewane jest obustronnie okrągło ukształtowane, jego powierzchnia jest gładka, a rowek między wypływkami nie jest zagłębiony poniżej zewnętrznych powierzchni łączonych elementów [2, s. 75].

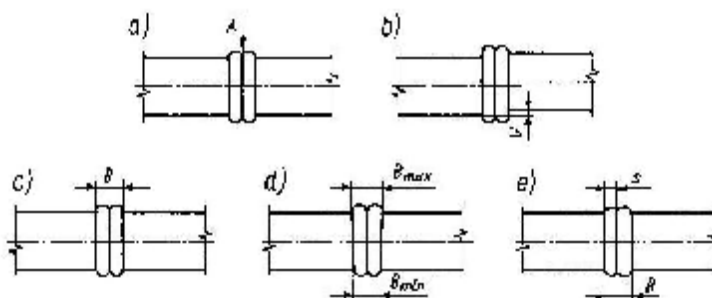
W przypadku niecentrycznego zgrzewania lub braku wypływki na części obwodu rury, rurę należy przeciąć i powtórzyć operację od początku.

Po wykonaniu połączenia należy ocenić jakość wykonanego zgrzewu, mierząc następujące elementy (rys. 18):

- zagłębienie rowka między pierścieniami spoiny A, które nie powinno przekroczyć zewnętrznej powierzchni łączonych elementów (rys. a),
- wzajemne przesunięcie ścianek łączonych rur, które nie powinno być większe niż 10% grubości ścianki rury (rys. b),
- szerokość spoiny B, która przy średnicy zewnętrznej rur 90 – 110 mm powinna wynosić 7 – 10 mm, zaś przy średnicy 125 – 200 mm mieć wartość 11 – 14 mm (rys. c),
- minimalną szerokość obu pierścieni spoiny, która nie powinna być mniejsza niż 0,9B (rys. d),
- maksymalną szerokość obu pierścieni spoiny, która nie powinna być większa od 1,1B (rys. d),
- różnicę szerokości pierścieni danej spoiny, która nie powinna przekraczać 5% całkowitej jej szerokości (rys. e).



Rys. 17. Przykład prawidłowo wykonanego zgrzewania czołowego [1, s. 196]



Rys. 18. Parametry jakości wykonanego zgrzewu [1, s. 196].

Parametry te ocenia się za pomocą suwmiarki lub innego przyrządu pomiarowego, pozwalającego na pomiar z dokładnością do 0,5 mm.

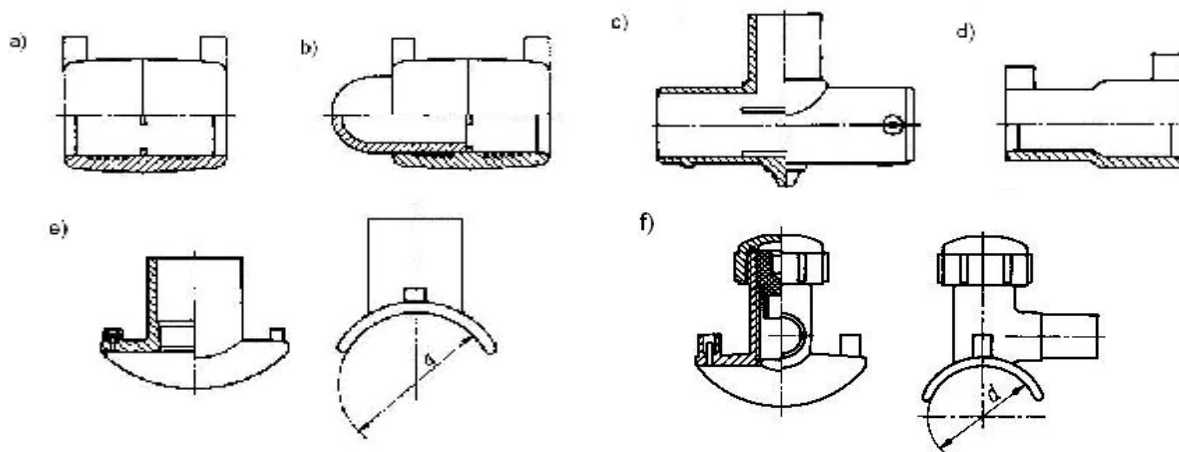
Dla dodatkowej oceny można wypływkę zewnętrzną ścinać równo z powierzchnią zgrzewanych rur. Wypływki wewnętrzne wycina się tylko wtedy, gdy zachodzi konieczność przepuszczenia tłoka czyszczącego, lub w szczególnych warunkach związanych np. z koniecznością poprawy przepustowości gazu. Jeśli którykolwiek z parametrów wypływek nie mieści się w ustalonych granicach, należy wypływkę wyciąć i wykonać nowy zgrzew.

W protokole zgrzewania należy zanotować następujące dane: temperaturę powierzchni płyty grzewczej, siłę docisku podczas ogrzewania wstępnego dla uzyskania wypływki 2 mm, czas dogrzewania, czas zestawiania, docisk podczas zgrzewania, czas zgrzewania, czas chłodzenia.

Niezależnie od wypełnienia protokołu, należy znakować każdy zgrzew pisakiem wodoodpornym, podając inicjały monter, nr zgrzewu, datę, godzinę i minutę rozpoczęcia zgrzewania [1, s. 197].

Zgrzewanie elektrooporowe (elektrodyfuzyjne) wykonuje się przy użyciu kształtek z wtopionym drutem elektrooporowym w formie cewki (elektrokształtek). Istnieje wiele systemów kształtek elektrooporowych, podstawowe to: mufy i trójniki (odgałężenia) siodłowe. Występują również redukcje, trójniki, zaślepki, kolana elektrooporowe i inne.

Połączenie wykonujemy następująco: końce łączonych rur z PE, z obrobionymi płaszczyznami czołowymi, wprowadzamy do kielichów kształtek i łączymy wtyki spirali oporowej z aparatem do zgrzewania, zasilanym prądem zmiennym o napięciu 190 – 240 V z sieci lub agregatu. Prąd płynący w obwodzie powoduje wydzielanie się ciepła w cewce z drutu oporowego. Podgrzane do temperatury płynięcia polietylenu powierzchnie elementów spajają się ze sobą w miejscu łączenia, tworząc szczelne i wytrzymałe złącze. Zgrzewanie następuje pod napięciem 20 – 40 V, w zależności od charakterystyki użytej zgrzewarki i kształtki oporowej. Pełną wytrzymałość połączenie uzyskuje po ostygnięciu.



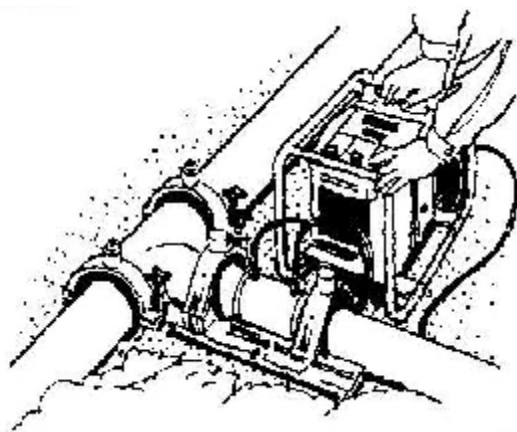
Rys. 19. Elektrozłączki do rur z PE: a) złączka, b) złączka z korkiem zaślepiającym, c) trójnik, d) złączka redukcyjna, e) króciec siodłowy prosty, f) króciec siodłowy trójkątny [1, s. 65].

Z zaleceń ogólnych należy przestrzegać następujących warunków:

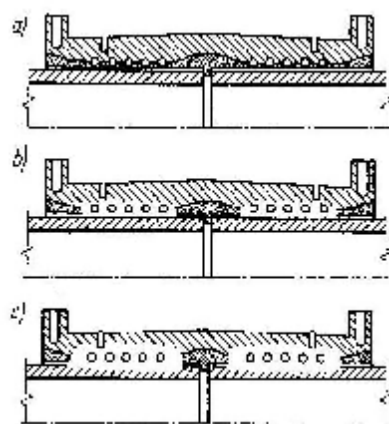
- końcówki rur powinny być ucięte prostopadłe do osi rury,
- krawędzie wewnętrzne należy pozbawić ewentualnych zadziórów, a krawędzie zewnętrzne zaokrąglić, promień zaokrąglenia powinien wynosić $\frac{1}{2}$ grubości ścianki rury,
- końcówki rur przed montażem powinny być oczyszczone z brudu na odpowiedniej długości (decyduje średnica rury), obrobione mechanicznie na tej długości skrobakiem i odtłuszczone

specjalną szmatką lub nasiąkłym papierem nasączonym alkoholem etylowym lub benzyną ekstrakcyjną,

- gdy kształtki z drutem oporowym nie są dostarczone na miejsce montażu w specjalnym opakowaniu, ich płaszczyzny (zewnątrzne i wewnętrzne) powinny być także przetarte alkoholem etylowym lub benzyną ekstrakcyjną,
- należy dotrzymać przewidzianych parametrów zgrzewania – temperatura i czas nagrzewania [1, s. 193].

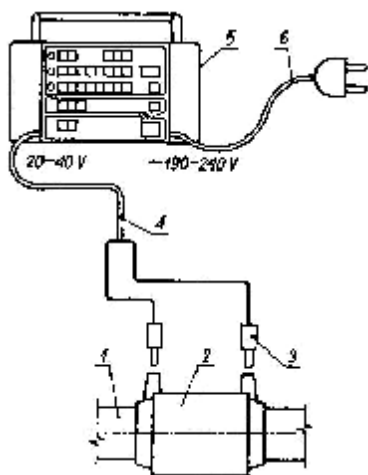


Rys. 20. Zgrzewanie elektrooporowe [katalog producenta]



Rys. 21. Schemat procesu zgrzewania elektrooporowego:
a) faza początkowa, b) faza przejściowa, c) faza końcowa [1, s. 192]

Do zgrzewania elektrooporowego należy użyć zgrzewarek automatycznych, które zapewniają zgrzewanie w sposób prosty i zapewniający dużą wygodę pracy [1, s. 193].



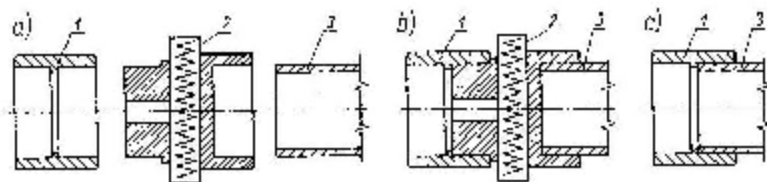
Rys. 22. Schemat połączenia zgrzewarki z elektrokształtką:
1 – rura z PE, 2 – elektrokształtka, 3 – końcówka zgrzewarki,
4 – kabel do zgrzewania, 5 – zgrzewarka, 6 – kabel do zasilania zgrzewarki [1, s. 193]



Rys. 23. Zgrzewarka do elektrozłączek
f – my REMS [katalog producenta]

Zgrzewanie polifazyjne (mufowe) dopuszcza się jedynie w warunkach warsztatowych, celem przygotowania prefabrykatów (połączeń, węzłów) na budowę. Polega ono na równoczesnym nagrzaniu zewnętrznej powierzchni rury i wewnętrznej powierzchni kształtki do temperatury zgrzewania i ich zespoleniu. Do nagrzewania wymienionych powierzchni podczas montażu rur o średnicy do 63 mm używamy specjalnego elementu grzewczego z wymiennymi tulejami

i króćcami, a rur o średnicy powyżej 63 mm – zgrzewarek. Temperatura zgrzewania PE metodą polifuzyjną powinna wynosić $250 \pm 270^{\circ}\text{C}$, a czas nagrzewania zależy od średnicy łączonych elementów i grubości ścianek.



Rys. 24. Fazy procesu zgrzewania mufowego: a) zestawienie elementów, b) podgrzewanie, c) łączenie:
1 – złączka, 2 – element grzewczy, 3 – łączona rura [1, s. 193]



Rys. 25. Zgrzewarka mufowa firmy REMS
[katalog producenta]

Po czynnościach przygotowawczych, a więc po ucięciu końcówki rury prostopadle do osi rury, usunięciu ewentualnych zadziorów i oskrobaniu końcówki na odpowiedniej długości (zależnie od średnicy rury), należy wykonać połączenie. Końcówkę rury wsuwamy osiowo do tulei, a kielich kształtki na króciec grzewczy i nagrzewamy. Po upływie czasu nagrzewania należy zsunąć jednocześnie kształtkę i końcówkę rury z elementu grzewczego i natychmiast łączyć ze sobą z zachowaniem współosiowości. Takie połączenie utrzymuje się pod naciskiem osiowym przez okres równy czasowi nagrzewania, a następnie pozostawia do ostygnięcia. W dobrze wykonanym połączeniu na całym obwodzie obu części powinna występować wypływka [2, s. 76, 77].

4.4.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. W jaki sposób przygotować stanowisko do zgrzewania rur z tworzyw sztucznych?
2. Jakie rury łączy się za pomocą zgrzewania?
3. W jaki sposób należy przygotować końce rur do zgrzewania?
4. Na czym polega zgrzewanie czołowe?
5. Jakie urządzenia stosuje się do zgrzewania czołowego?
6. W jaki sposób ocenić jakość zgrzewu?
7. W jaki sposób przebiega zgrzewanie elektrooporowe rur?
8. Jakie urządzenia stosowane są do zgrzewania elektrooporowego?
9. Na czym polega zgrzewanie polifuzyjne i kiedy się je stosuje?

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Porównaj zasady zgrzewania elektrooporowego i czołowego rur polietylenowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z zasadami zgrzewania czołowego i elektrooporowego rur polietylenowych,
- 2) określić zasady zgrzewania czołowego rur PE,
- 3) określić zasady zgrzewania elektrooporowego rur PE,

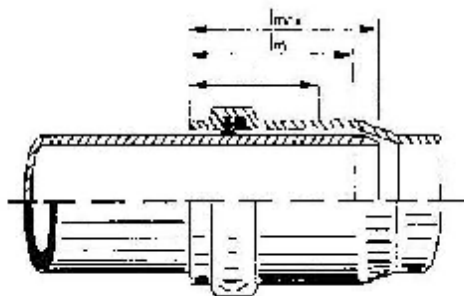
4.5. Połączenia rozłączne rur z tworzyw sztucznych

4.5.1. Materiał nauczania

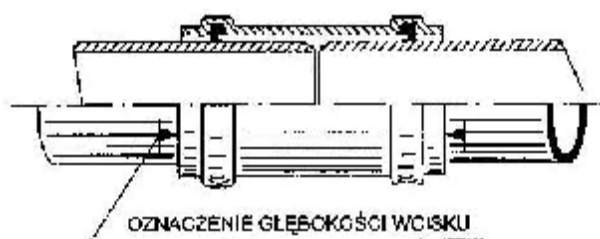
Połączenia kielichowe

Najczęściej stosowanym rodzajem połączeń w rurociągach z tworzyw sztucznych jest połączenie kielichowe na wcisk z gumową uszczelką.

Połączenie takie wykonuje się przez wciśnięcie bosego końca jednej rury lub kształtki do kielicha drugiej rury lub kształtki.



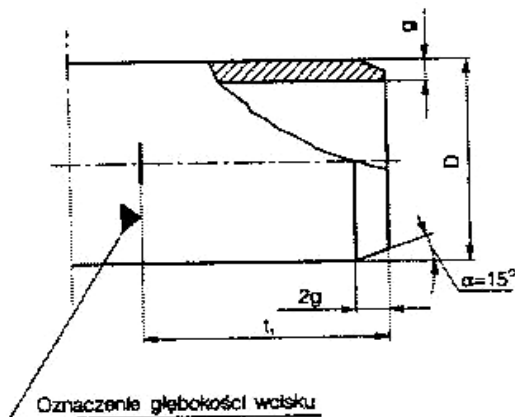
Rys. 26. Złącze kielichowe na wcisk [katalog producenta]



Rys. 27. Połączenie bosych końców rur za pomocą złączki dwukielichowej [katalog producenta]

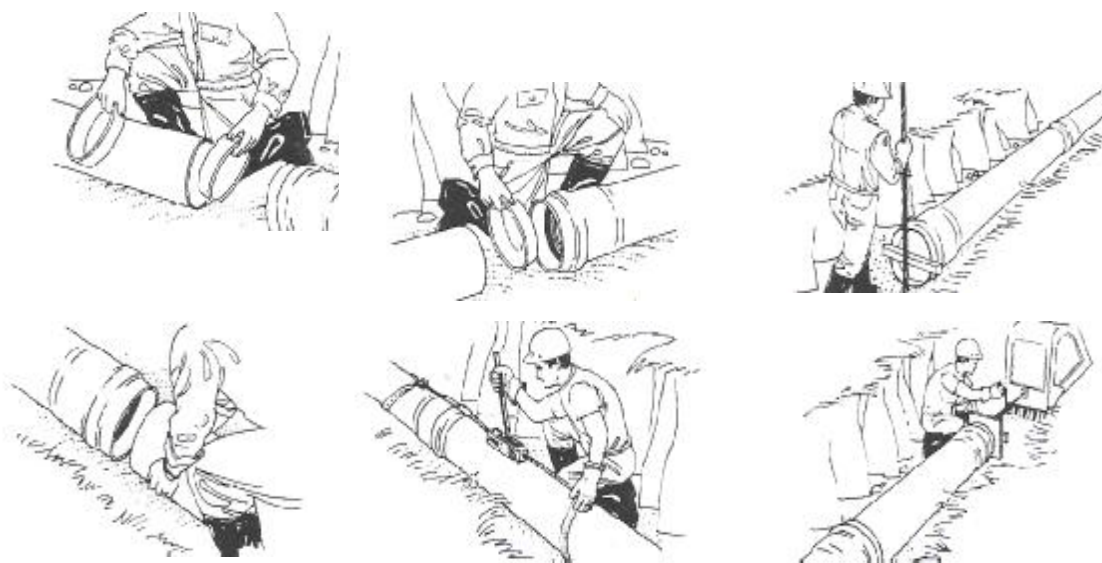
Wewnątrz kielicha, na całym jego obwodzie, znajduje się wgłębienie, w którym umieszcza się gumowy pierścień uszczelniający. Wewnętrzną powierzchnię kielicha, a także zewnętrzną powierzchnię bosego końca rury należy dokładnie oczyścić i osuszyć [6, s. 38].

Bosy koniec rury przeznaczony do wciśnięcia w kielich powinien posiadać znak określający głębokość wcisku – granicę wprowadzenia. Jeżeli oznaczenie to zostało pominięte w produkcji, powinno być wykonane przed przystąpieniem do montażu na placu budowy. Oznaczenie można wykonać okrągłym pędzelkiem przez pomalowanie linii lub znaku „V” szybko schnącą farbą. Głębokość montażowa wcisku musi zapewniać możliwość kompensacji znacznego liniowego wydłużenia termicznego rurociągu [katalog producenta].



Rys. 28. Oznaczenie głębokości wcisku bosego końca rury [katalog producenta].

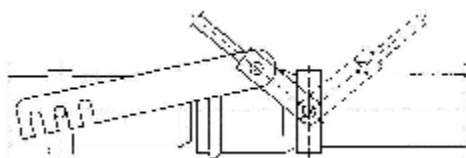
Montaż złącza kielichowego polega na wprowadzeniu – wciśnięciu oznakowanego bosego końca rury lub kształtki do kielicha drugiej rury lub kształtki. Przed przystąpieniem do wcisku bosy koniec należy posmarować cienko środkiem poślizgowym, który zapewnia łatwe wprowadzenie. Niedopuszczalne jest stosowanie do tego celu olejów lub smarów [katalog producenta].



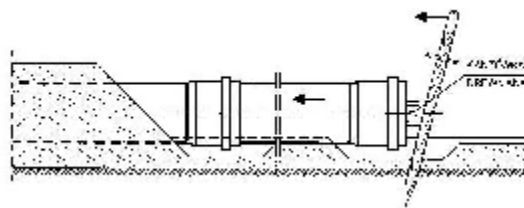
Rys. 29. Technologia wykonywania połączeń kielichowych [katalog producenta].

Złącza rur o małych średnicach (do 90 mm) wykonuje ręcznie dwóch robotników. Jeden z robotników przytrzymuje między kolanami koniec rury z kielichem, drugi zaś przygotowany bosi koniec wciska do kielicha. Łączenie rur o większych średnicach wymaga zastosowania urządzeń pomocniczych tzw. wciskarek [6, s. 38].

Wprowadzenie bosego końca rury PVC do kielicha może być wykonane ręcznie przy użyciu stalowego pręta lub drewnianego kołka jako ręcznej dźwigni lub też za pomocą specjalnego urządzenia wciskowego. Nie wolno używać łyżki koparki do bezpośredniego wciskania rury w kielich, a jedynie jako punktu oparcia dla podnośnika śrubowego. Konieczne jest wówczas zabezpieczenie końca rury drewnianym klockiem [5, s. 170].



Rys. 30. Urządzenie do wykonywania połączeń kielichowych na wcisk [katalog producenta]



Rys. 31. Urządzenie wciskowe z zastosowaniem dźwigni ręcznej [katalog producenta]

Przy zastosowaniu dźwigni ręcznej, zerdź pełniąc rolę dźwigni lub stalowy drążek wbity na głębokość 30 cm, powinien opierać się o kielich rury za pośrednictwem kantówki z drewna twardego. Wciśnięcie bosego końca w kielich rury musi być dokonane na głębokość uprzednio zaznaczoną na powierzchni rury.

Przy mniejszych średnicach rur stosowane są urządzenia z obejmą pierścieniową i pojedynczą dźwignią, natomiast przy większych średnicach (ponad 200 mm) stosuje się urządzenie z obejmą łańcuchową oraz dwustronną dźwignię.

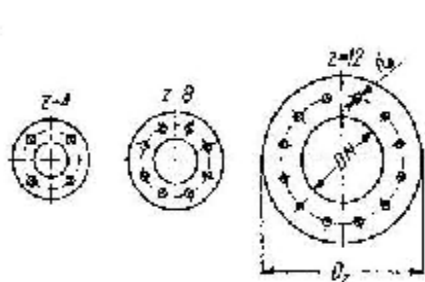
Warunkiem wykonania złącza kielichowego, jest takie ułożenie rur, aby osie łączonych odcinków znajdowały się na jednej prostej [katalog producenta].

Połączenia kołnierzowe

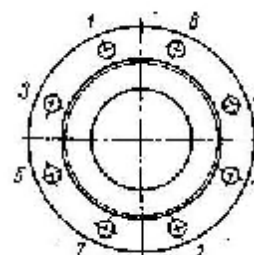
Złącze kołnierzowe składa się z dwóch kołnierzy, płaskiej uszczelki gumowej oraz śrub skręcających kołnierze.

Wymiary kołnierzy są znormalizowane, a liczba otworów w kołnierzu i wielkość śrub zależą od wielkości kołnierza oraz ciśnienia przewodzonego czynnika. Podczas łączenia rur o dużych średnicach liczba śrub powinna być wielokrotnością liczby 4, a śruby muszą być rozmieszczone symetrycznie względem osi głównych kołnierza.

a)



b)



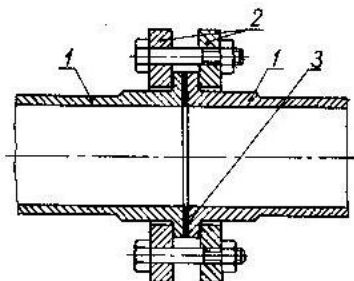
Rys. 32. a) Rozmieszczenie w kołnierzu otworów na śruby, b) kolejność przykręcania śrub w kołnierzach [2, s. 63, 65]

W połączeniach kołnierzowych stosuje się elastyczne uszczelki, które wypełniają nierówności stykających się ze sobą czołowych powierzchni kołnierzy. Materiały na uszczelki dobiera się zależnie od rodzaju przepływającego czynnika, jego temperatury i ciśnienia. Wymiary uszczelki powinny być takie, aby ich wewnętrzna średnica była o 2÷3 mm większa od wewnętrznej średnicy rury [2, s. 62- 65].

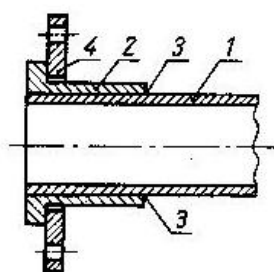
Szczelność takiego złącza jest zależna od dokładności obróbki powierzchni stykowych, od twardości (elastyczności) uszczelki gumowej i prawidłowego dokręcenia śrub.

Rury kołnierzowe po założeniu w nich uszczelki należy ściągnąć na stykach śrubami równomiernie i w określonym porządku - parami po przekątnej, nigdy jedną obok drugiej. W przypadku złączy kołnierzowych należy stosować śruby z materiału odpornego na korozję. Śruby należy dokręcać dopasowanym kluczem główkowym lub nastawnym. Ramion klucza nie należy przedłużać [7, s. 8].

Wykonanie połączenia kołnierzowego rur PE wymaga uformowania na końcówkach rur tzw. wieńców oporowych dla luźnych kołnierzy skręcanych na śruby. Wieńce oporowe na końcówkach rur kształtuje się w specjalnych formach, po uprzednim podgrzaniu końcówek rur do temperatury plastyczności (ok. 150°C) [2, s. 73].



Rys. 33. Połączenie kołnierzowe rur z PE:
1 – rury PE, 2 – kołnierze skręcane śrubami,
3 – uszczelka [2, s. 77]



Rys. 34. Połączenie z rur PVC na kołnierze luźne:
1 – Rura z PVC (gładka), 2 – tuleja z PVC,
3 – powierzchnia klejona, 4 – kołnierz luźny [2, s. 73]

Rury z PVC można łączyć rozłącznie na tzw. kołnierze luźne. Na bosc końce rur należy nakleić tuleje z wieńcami z PVC, które stanowią oparcie dla luźnych kołnierzy z PVC lub metalu

zamontowanych wcześniej na rurach. Po nałożeniu szczeliwa kołnierze należy dokładnie skrócić. Do uszczelniania połączenia stosuje się uszczelki ze zmiękzonego PVC lub gumy [2, s. 73].

Połączenia kołnierzowe rury PVC można otrzymać również przez wmontowanie kształtki żeliwnej, tzw. kołnierza zaciskowego i uszczelki gumowej [6, s. 41].

Połączenia kołnierzowe stosuje się przeważnie w przypadku przejścia z przewodu stalowego w przewód z tworzywa sztucznego lub przy połączeniu rur z tworzyw sztucznych z żeliwną armaturą kołnierzową.

4.5.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. W jaki sposób wykonuje się połączenie kielichowe?
2. Jakie rury łączy się przy pomocy połączeń kielichowych?
3. W jaki sposób oznacza się głębokość wcisku przy połączeniach kielichowych?
4. Jakich urządzeń używa się do wykonania połączeń kielichowych rur z tworzyw sztucznych?
5. Kiedy stosuje się połączenia kołnierzowe rur z tworzyw sztucznych?
6. W jaki sposób wykonuje się połączenia kołnierzowe rur z tworzyw sztucznych?

4.5.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Określ zasady wykonania połączenia kołnierzowego rur z PVC z uszczelnieniem gumowym.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z zasadami wykonania połączeń kołnierzowych rur z PVC,
- 2) określić materiały i narzędzia do wykonania połączenia,
- 3) określić zasady wykonania połączenia kołnierzowego rur PVC,
- 4) wyniki zapisać w zeszycie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalogi techniczne montażu rurociągów z PVC,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 2

Na podstawie dokumentacji technicznej przedstawionej przez nauczyciela wykonaj połączenie kielichowe rur z PVC z uszczelnieniem gumowym.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z zasadami wykonania połączeń kielichowych rur z PVC,
- 2) przeanalizować dokumentację techniczną,
- 3) dobrać narzędzia do wykonania połączenia,
- 4) przygotować materiały rurowe i uszczelniające do wykonania połączenia,
- 5) dokonać oceny stanu technicznego materiałów,
- 6) wykonać połączenie kielichowe rur z PVC z uszczelką gumową,
- 7) ocenić jakość wykonanego połączenia.

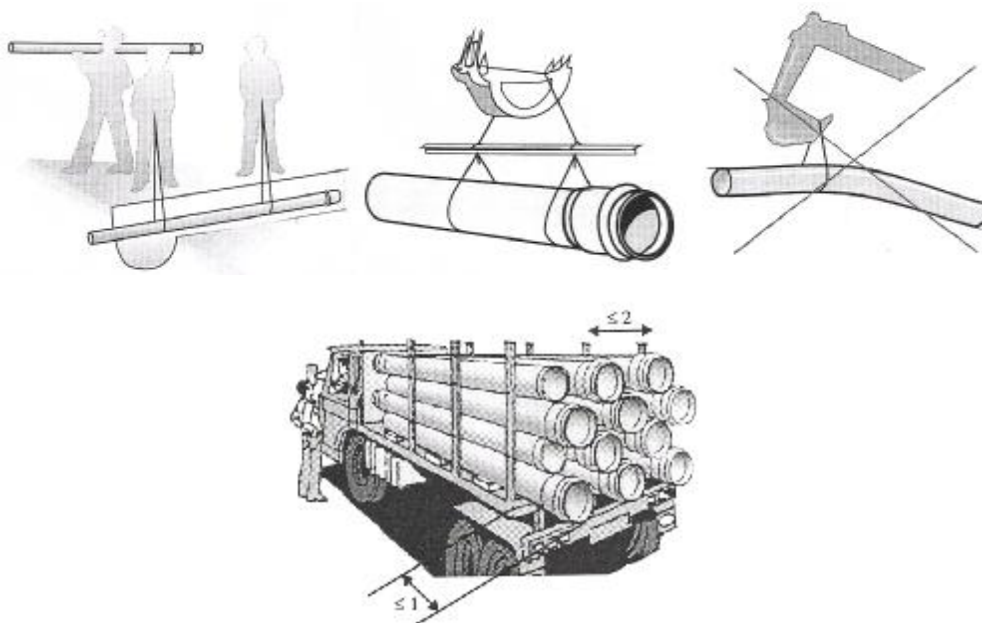
4.6. Montaż rurociągów z tworzyw sztucznych.

4.6.1. Materiał nauczania

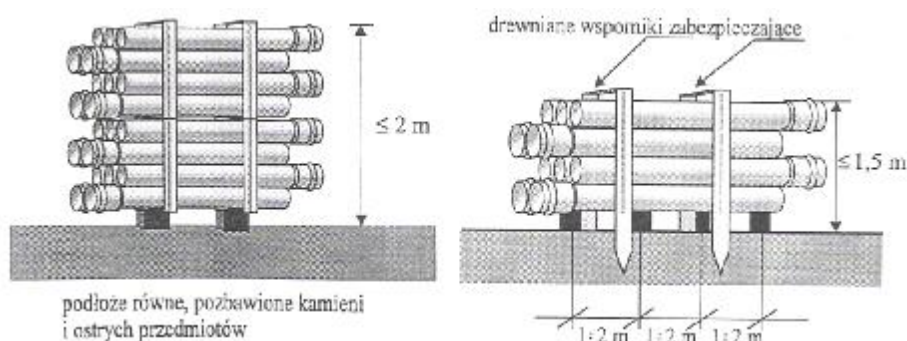
Przed przystąpieniem do prac montażowych rurociągów należy przygotować odpowiednie materiały tj. sprawdzić ich jakość, zorganizować transport na miejsce montażu i odpowiednio je zmagazynować.

Składowanie i transport materiałów z tworzyw sztucznych

- Podczas transportu i składowania rury, kształtki i inne materiały z tworzyw sztucznych powinny być zabezpieczone przed zmianą położenia, uszkodzeniami mechanicznymi, przed silnym promieniowaniem słonecznym i nagrzewaniem od źródeł ciepła.
- Przewóz powinien odbywać się przy temperaturze powietrza -5°C do $+30^{\circ}\text{C}$, przy czym należy zachować ostrożność w temperaturach ujemnych ze względu na kruchość materiałów.
- Rury w wiązkach powinny być transportowane na samochodach skrzyniowych lub posiadających boczne wsporniki. Samochód powinien mieć odpowiednią długość aby koniec ładunku nie wystawał więcej niż 1m.
- Przy transporcie rur luzem powinny one spoczywać na całej długości na podłodze pojazdu, a kielichy rur nie mogą być narażone na dodatkowe obciążenia.
- Bose końce rur oraz kielichy należy zabezpieczać przed uszkodzeniem korkami, kapturkami, wkładkami itp.
- Rury w kręgach powinny leżeć w całości na płasko na powierzchni ładunkowej.
- Rozładunek może odbywać się ręcznie (rury o średnicy do 250 mm) lub za pomocą zawiesi z pasów. Nie wolno stosować zawiesi z lin metalowych lub łańcuchowych.
- Wyładunek rur w wiązkach o dużych średnicach i kręgach powinien odbywać się przy użyciu podnośnika widłowego lub dźwigu z belką (trawersem).
- Niedopuszczalne jest zrzućanie, „wleczenie” rur, wiązek lub kręgów po podłożu.
- Prace transportowe i rozładunkowe powinny być prowadzone w temperaturach dodatnich.
- Wiązki z rurami można składować jedna na drugiej lecz nie wyżej niż na wysokość 2 m.
- Przy składowaniu rur w stertach należy zastosować boczne wsporniki (np. drewniane) w odstępach 1,5 m. W stosie nie powinno się znajdować więcej niż 7 warstw, a jego wysokość nie może przekroczyć 1,5 m.
- Rury w kręgach należy składować płasko na równym podłożu na drewnianych podkładach, pokrywających co najmniej 50% powierzchni składowania. Wysokość składowania do 2 m.
- Rury o różnych średnicach i grubościach powinny być składowane oddzielnie. Gdy nie jest to możliwe, rury o najgrubszej ścianie winny znajdować się na spodzie.
- Kształtki, złączki i inne materiały powinny być składowane w sposób uporządkowany w opakowaniach fabrycznych (skrzyniach, kartonach itp.), wg rodzaju, średnic, przeznaczenia.
- Materiały uszczelniające, kleje, środki do czyszczenia i odtłuszczania, składniki pianki poliuretanowej, materiały termokurczliwe itp. należy przechowywać w opakowaniach fabrycznych, w suchych zamkniętych pomieszczeniach, kontenerach.
- Przy długotrwałym składowaniu (dłuższym niż 12 miesięcy) rury i kształtki z tworzyw sztucznych należy zabezpieczyć przed wpływem promieniowania słonecznego przez zadaszenie, ale tak by było możliwe przewietrzanie [3, s. 27 - 28]; [6, s. 49].



Rys. 35. Transport rur z tworzyw sztucznych [katalog producenta]



Rys. 36. Składowanie rur z tworzyw sztucznych [katalog producenta]

Ocena stanu technicznego rur przed ich użyciem polega na sprawdzeniu czy nie mają widocznych uszkodzeń powstałych w czasie transportu i składowania. Należy je starannie oczyścić zwłaszcza kielichy i bosc końce rur i kształtek.

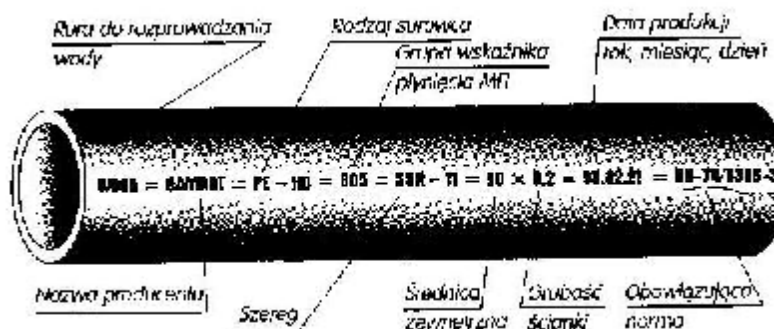
Wszystkie elementy składowe sieci komunalnych, wykonane z tworzyw sztucznych termoplastycznych (rury, kształtki, złącza, uszczelki, kleje, armatura itp.) powinny spełniać wymagania jakościowe zawarte w odpowiednich aktach normatywnych i posiadać odpowiednie certyfikaty.

Rury i kształtki powinny mieć gładką powierzchnię bez wgnieceń, zagięć, rys, pęknięć i nierówności na powierzchni zewnętrznej. Odchylenia osi rury nie powinny przekraczać 4 mm na długości. Bosc końce rur powinny mieć odpowiednio do montażu przygotowane krawędzie, powinny być zaznaczone miejsca, oznaczające głębokość wcisku w kielich, każda rura i kształtka powinna być fabrycznie oznakowana.

Oznakowanie powinno być наносzone na rurę w odstępach nie większych niż 1,50 m i powinno zawierać następujące informacje:

- nazwę lub symbol producenta,
- czynnik transportowany np. „GAZ”,
- nazwę i typ surowca,

- średnicę zewnętrzną i grubość ścianki w mm,
- datę produkcji i numer serii,
- nr normy zgodnie z którą wyprodukowano rurę [4, s. 110].



Rys. 37. Oznakowanie rury [5, s. 319]

W gazownictwie powinny być stosowane rury w kolorze żółtym lub czarnym z naniesionymi żółtymi paskami. Rury i kształtki do budowy sieci gazowych muszą być dopuszczone do stosowania przez właściwy terenowo Okręgowy Zakład Gazownictwa.

Armatura dostarczona na budowę powinna być sprawdzona na szczelność, na korpusie i wewnątrz na elementach nie powinno być widocznych uszkodzeń, a całość powinna być sprawna.

Kleje powinny być w szczelnych pojemnikach uniemożliwiających odparowanie lotnych substancji w nich zawartych. Uszczelki powinny mieć gładkie i równe powierzchnie, bez zadziorów i wypukłości. Rury i elementy uszkodzone należy usunąć i zmagazynować poza strefą montażową. [3, s. 103-106]; [4, s. 61, 83, 110, 135].

Montaż rurociągów z tworzyw sztucznych obejmuje następujące etapy:

- wytyczenie trasy rurociągu i wykonanie wykopu z zabezpieczeniem,
- wykonanie podłoża i odwodnienie wykopu,
- ułożenie i montaż rur i uzbrojenia,
- próba hydrauliczna odcinka sieci,
- zasypanie i zagęszczanie nasypanego gruntu,
- przekazanie do eksploatacji.

Roboty ziemne związane z wykonaniem, zabezpieczeniem wykopu zależą od przeznaczenia rurociągu, warunków hydrogeologicznych i głębokości wykopu. Prace te wykonuje się zgodnie z dokumentacją techniczną.

Układanie i montaż rurociągu powinny być poprzedzone przygotowaniem materiałów do budowy odcinka rurociągu oraz kompletu narzędzi i sprzętu. Do montażu należy używać tylko rur i kształtek nie wykazujących uszkodzeń. Przewody z rur z tworzyw sztucznych należy wykonywać przy temperaturze powietrza od 0 °C do + 30 °C.

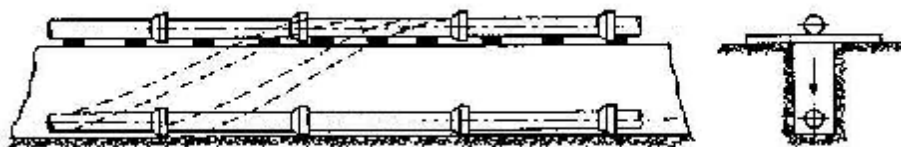
Przewód przygotowywany do montażu powinien być ułożony wzdłuż wykopu na jego poboczu. Stosowane są dwie metody montażu rurociągów:

- opuszczanie pojedynczych rur i wykonywanie złączy na dnie wykopu,
- montaż odcinków rurociągu na poboczu i stopniowe opuszczanie go na dno wykopu.

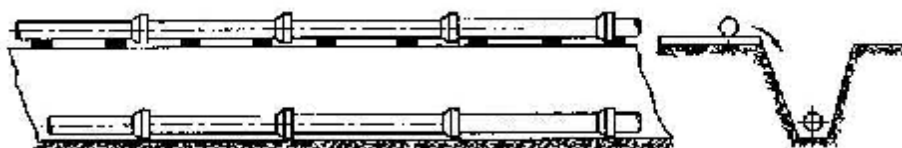
Sposób opuszczania rur do wykopu zależy od ich masy i długości. Rury o niewielkiej masie i średnicach do 250 mm opuszcza się ręcznie za pomocą lin lub draga. Rury cięższe, opuszczane za pomocą trójnogów i wielokrążków lub dźwigów. Sposób opuszczania zmontowanych odcinków przewodów zależy przede wszystkim od rodzaju wykopu i jego zabezpieczenia [1, s. 152].

Opuszczane rury układa się ściśle osiowo na dnie wykopu, ze spadkiem określonym w dokumentacji technicznej. Układanie rur pojedynczych lub odcinków rurociągów wykonuje się na uprzednio przygotowanym i wyrównanym podłożu [5, s. 344].

a)



b)



Rys. 38. Układanie rurociągu: a) z nad wykopu, b) z pobocza wykopu [katalog producenta]

Montaż złączy zależy od rodzaju materiału rur, od ukształtowania końcówek rur, rodzaju kształtki połączeniowej oraz przesyłanego czynnika. W miejscach złączy tworzy się gniazda (pogłębienie wykopu) umożliwiające należyte wykonanie połączenia [5, s. 345].

Montaż sieci wodociągowej z tworzyw sztucznych

Podczas montażu przewodów sieci wodociągowej połączenia rur z tworzyw sztucznych można wykonywać w wykopie lub na poboczu nad wykopem.

Montaż węzłów odbywa się ściśle według schematów, na których jest zaznaczona kolejność połączeń kształtek i armatury. Złącza poszczególnych elementów węzła wykonuje się, podobnie jak montaż rur, w zależności od zastosowanych materiałów. W przypadku sieci wodociągowej, węzły na które składają się elementy takie jak armatura żeliwna, kształtki połączeniowe z elementami z innych materiałów powinny być przygotowywane w wykopie i wbudowane w przewód [4, s. 86]; [5, s. 345].

Do budowy sieci wodociągowej stosuje się głównie rury z nieplastyfikowanego polichlorku winylu PVC oraz polietylenu PE.

Rozróżnia się rury kielichowe PVC:

- rury typu 100, o średnicy zewnętrznej 63÷630 mm,
- rury typu 125, o średnicy zewnętrznej 16÷450 mm, długości 6÷12 m.

Rury PVC mogą być łączone za pomocą połączeń kielichowych na wcisk z uszczelką gumową lub złącz kołnierzowych na uszczelkę gumową oraz tulejowo – kołnierzowych, klejonych do rur PVC klejem agresywnym. Do wykonania połączenia kielichowego używa się wciskarki do rur PVC.

Do łączenia rur, zmiany kierunków i innych czynności związanych z budową sieci wodociągowej używa się takich kształtek, jak: nasuwki, kolana, trójniki, zwężki, zaślepki, dwuzłączki i tuleje oraz uchwyty do rur [5, s. 301].

Do budowy sieci wodociągowych i połączeń domowych produkuje się również rury PE o średnicach 40 ÷ 250 mm i grubości ścianek 2,3 ÷ 14,2 mm przy dopuszczalnym ciśnieniu nominalnym 0,6 MPa oraz o grubości ścianek 3,6 ÷ 22,8 mm przy ciśnieniu 1,0 MPa [1, s. 130].

Rury średnicy do 75 mm są zwijane w kręgi o średnicy wewnętrznej kręgu wynoszącej minimum 25 średnic zewnętrznych rury (Dz). Długość odcinka rury w kręgu zależy od średnicy

rury i wynosi od 150 m – przy średnicy 75 mm, do 500 m – przy średnicy 25 mm. Rury średnicy powyżej 90 mm są cięte na odcinki 6 lub 12 m i pakowane w wiązki [5, s. 304].

Rury polietylenowe mogą być łączone metodami termicznymi, takimi jak zgrzewanie czołowe, zgrzewanie polifuzyjne, zgrzewanie elektrooporowe oraz metodami mechanicznymi za pomocą metalowych łączników zaciskowych lub złączek z tworzyw sztucznych oraz tulei kołnierzowych. [4, s. 92-93].

Montaż przewodów sieci kanalizacyjnej

Przewody kanalizacyjne powinny być ułożone na gruncie nienaruszonym. W gruntach słabych należy wykonać podłoże tzw. podsypkę o grubości 5÷20 cm z piasku, tłucznia lub żwiru. W gruntach słabych (muły, mursze, itp.) oraz w kurzawce pod rury wykonuje się fundament betonowy. Fundament ten często wykonuje się na ruszcie drewnianym na palach. Natomiast przy znacznych obciążeniach przewodu fundament powinien obejmować całą rurę. Rury powinny być tak układane aby trzymały się linii i spadków określonych w projekcie [5, s. 203].

Układanie rurociągu rozpoczyna się od najniższego punktu danego odcinka i prowadzi się w górę układając rury kielichami przeciwnie do spadku kanału [2, s. 173].

Rury kielichowe niezależnie od materiału i długości zawsze łączy się w wykopie, ale po wykonaniu gniazd czyli zagłębień pod kielichami rur. Zaśleпки zabezpieczające rury z tworzyw sztucznych przed zanieczyszczeniem ich wnętrza i uszkodzeniem końców zdejmują się tuż przed montażem połączeń.

Sposób wykonania połączeń zależy od rodzaju rur z jakiego wykonuje się kanał.

- Rury PVC o ścianie jednorodnej łączy się przez wsunięcie końca bosego w kielich, uszczelnienie stanowi gumowa uszczelka – okrągła lub wargowa. Można również zastosować połączenia kielichowe klejone.
- Rury PVC o podwójnej ścianie łączy się przez wsunięcie końca bosego rury do kielicha. Uszczelnienie stanowi gumowy pierścień zakładany na końcu bosym między dwoma karbami rury.
- Rury polipropylenowe PP dwuścienne łączy się przy użyciu łącznika z wewnętrznym pierścieniem oporowym. Na koniec dociętej rury zakłada się uszczelkę (między karby) i następnie wciska w łącznik aż do pierścienia oporowego.
- Rury profilowe PEHD/PP łączy się przez połączenia kielichowe z elastomerową uszczelką. Stosuje się również polietylenowe spawanie między końcem bosym, a kielichem rury. Możliwe jest również łączenie rur przez spawanie lub zgrzewanie dwóch końców bosych.
- Rury wielowarstwowe HOBAS łączy się przy użyciu specjalnych łączników poliestrowych zbrojonych włóknem szklanym (łączniki typu FWC).

Montaż rurociągów gazowych z rur PEHD

Gazociągi z rur PE należy układać w uprzednio przygotowanym wykopie na głębokości 0,8 – 1,0 m pod powierzchnią terenu. Na wysokości 40 cm nad rurociągiem należy ułożyć foliową taśmę ostrzegawczą z metalizowaną ścieżką o szerokości 20 cm w kolorze żółtym.

Zmiany kierunku gazociągu z rur PE wykonuje się stosując łuki lub wykorzystując właściwości elastyczne tworzywa.

Montaż gazociągu należy wykonywać w temperaturze powyżej + 5°C ze względu na małą elastyczność rur w niskich temperaturach.

Połączenia przewodów PE gazowych polega na zgrzewaniu rur czołowym lub elektrooporowym na zewnątrz wykopu. Stanowisko do zgrzewania ustawia się w miejscu zabezpieczonym przed wpływami atmosferycznymi (pod namiotem). Poszczególne odcinki rur przesuwa się w miarę zgrzewania. Zgrzane odcinki rur o długości do 200 m przenosi się w miejsce ich ułożenia. Zgrzewanie rur i kształtek rurociągów gazowych należy przeprowadzać zgodnie z procedurami podanymi przez producenta.

Stosuje się również połączenia mechaniczne przy łączeniu rur PE z rurami stalowymi. Są to połączenia kołnierzowe, połączenia zaciskowe skręcane i połączenia spawane.

Zasypywanie gazociągów z rur PE należy wykonywać w możliwie najniższych temperaturach otoczenia, celem zmniejszenia naprężeń termicznych w trakcie eksploatacji sieci gazowej [1, s. 199, 200].

Montaż rurociągów preizolowanych sieci ciepłowniczej

Prace montażowe powinny być wykonywane przez przeszkolonych, wykwalifikowanych pracowników zgodnie z dokumentacją techniczną i wymaganiami opracowanymi przez producenta rur preizolowanych.

Sieci ciepłownicze z rur i elementów preizolowanych nie wymagają stosowania urządzeń kompensujących wydłużenia termiczne.

Przy połączeniach przewodów sieci preizolowanej z rurą przewodową tworzywową z rurociągami stalowymi należy tak wykonać połączenia, aby ruchy rur stalowych nie były przenoszone na rurociągi z rurą przewodową z tworzywa sztucznego.

Rurociągi preizolowane należy układać przy pogodzie bez opadów, przy dodatnich temperaturach.

Rury i kształtki preizolowane powinny być dostarczane na budowę w postaci zaizolowanych termicznie i przeciwwilgociowo prefabrykatów – zespołów rurowych składających się z rury przewodowej, izolacji termicznej i rury osłonowej.

Preizolowane rury i kształtki należy łączyć za pomocą połączeń mechanicznych – specjalnych złączek zaciskowych i gwintowych lub za pomocą zgrzewania (tylko PB).

Odgąlenia oraz zmiany średnic rurociągu preizolowanego należy wykonywać za pomocą prefabrykowanych, preizolowanych kształtek – zwęzek, trójników i łączyć je z preizolowanym rurociągiem tak jak przy łączeniu prostych preizolowanych odcinków rur lub za pomocą specjalnych złączek – trójnikowych i redukcyjnych, które należy zaizolować na placu budowy.

Przy przecinaniu rur preizolowanych przy niskich temperaturach otoczenia, należy podgrzewać płaszczy osłonowy prefabrykatu w celu ochrony przed pękaniem.

Przed łączeniem odcinków docinanych rur preizolowanych, starannie wyrównać i oczyścić końce rury przewodowej i osłonowej oraz usunąć dokładnie izolację termiczną z rury przewodowej na wymaganej długości.

Prace izolacyjne połączeń odcinków rurociągów preizolowanych należy wykonywać po przeprowadzeniu próby szczelności i odbioru technicznego. Do izolacji termicznej połączeń należy stosować gotowe prefabrykowane otuliny lub używać spienionych komponentów izolacji do jej wykonania na placu budowy. Izolację termiczną i przeciwwilgociową wykonuje się przy plusowej temperaturze i bezdeszczowej pogodzie oraz przy opróżnionym rurociągu. Łączenie płaszczy osłonowych odcinków rur preizolowanych oraz izolowanie termiczne i przeciwwilgociowe połączeń należy wykonywać ściśle wg instrukcji – wymagań montażowych producenta systemu [4, s. 135 – 138].

Czynności końcowe związane z montażem rurociągów z tworzywa sztucznego to obsypanie przewodu ziemią, którą należy dokładnie zagęścić co powinno zapobiegać przemieszczaniu się przewodu. Do wykonania obsypki należy wykorzystać materiał gruntowy o podobnych właściwościach co podsypka. Wysokość obsypki wynosi ok. 0,30 – 0,40 m ponad wierzch rury. Następnie należy zasypać wykop warstwami gruntu 0,15÷0,20 m ubijanymi równomiernie po obu stronach przewodu ubijakami stalowymi do wysokości 0,6 m ponad wierzch rury. Dalsze zasypywanie można wykonać łopatami lub maszynowo, warstwami o grubości 0,3 ÷ 0,4 m [1, s. 154].

4.6.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. W jaki sposób transportuje się i składowe rury z poszczególnych rodzajów materiałów?
2. W jaki sposób sprawdza się stan techniczny rur z tworzyw sztucznych?
3. Jakie są etapy montażu rurociągów z tworzyw sztucznych?
4. Jakie są zasady montażu sieci kanalizacyjnych?
5. Jakie są zasady montażu kanałów?
6. W jaki sposób wykonuje się montaż rurociągów gazowych?
7. W jaki sposób wykonuje się montaż rur preizolowanych?

4.6.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Określ zasady transportu i składowania rur z tworzyw sztucznych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zapoznać się z zasadami transportu i składowania rur z tworzyw sztucznych,
- 2) obejrzeć zdjęcia i film przedstawiające sposoby prawidłowego transportu i składowania przewodów z tworzyw sztucznych,
- 3) określić zasady transportu i składowania rur z tworzyw sztucznych,
- 4) wyniki zapisać w zeszycie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- rysunki i zdjęcia, film przedstawiający zasady transportu i składowania rur z tworzyw sztucznych,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 2

Określ zasady montażu rurociągu kanalizacyjnego z rur PVC.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zapoznać się z zasadami montażu rurociągów sieci kanalizacyjnej z PVC,
- 2) określić kolejne czynności związane z montażem rurociągu,
- 3) określić zasady doboru materiałów i narzędzi do wykonania montażu,
- 4) określić sposób sprawdzenia stanu technicznego rur i kształtek,
- 5) określić zasady montażu rurociągu kanalizacyjnego z PVC,
- 6) zapisać wnioski w zeszycie,
- 7) zaprezentować wnioski grupie.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura z rozdziału 6.

4.7. Połączenia rur z tworzyw sztucznych z armaturą i rurami z innych materiałów (połączenia mieszane)

4.7.1. Materiał nauczania

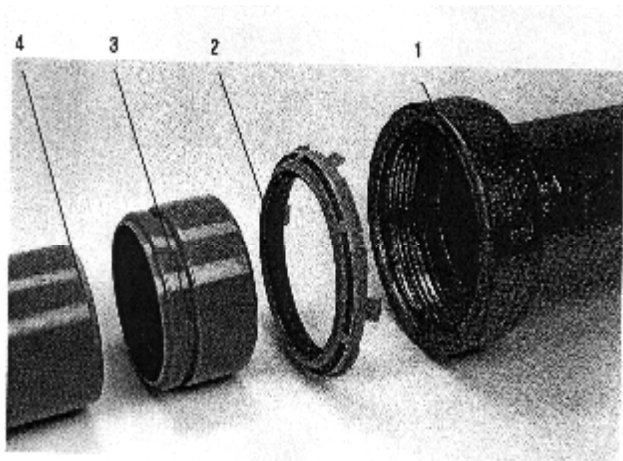
Połączenia mieszane stosuje się tam, gdzie zachodzi konieczność łączenia ze sobą rur i kształtek z różnych materiałów. Najczęściej występują podczas układania nowych rurociągów z tworzyw sztucznych, do których podłączone są istniejące instalacje z rur stalowych, żeliwnych, kamionkowych lub odwrotnie [2, s. 87–89].

Obecnie do budowy sieci wodociagowych stosuje się rury z tworzyw sztucznych, a istniejące sieci były zazwyczaj wykonywane z rur żeliwnych. Podobne problemy występują w przypadku instalacji kanalizacyjnych wykonanych z rur kamionkowych lub żeliwnych. W przypadku ich remontu następuje konieczność połączenia rur z tworzyw sztucznych z istniejącymi przewodami.

Do wykonania połączenia mieszanego niezbędne są specjalne kształtki, dostosowane swoją konstrukcją i kształtem do wymiarów i rodzaju połączeń rur z różnych materiałów [2, s. 87].

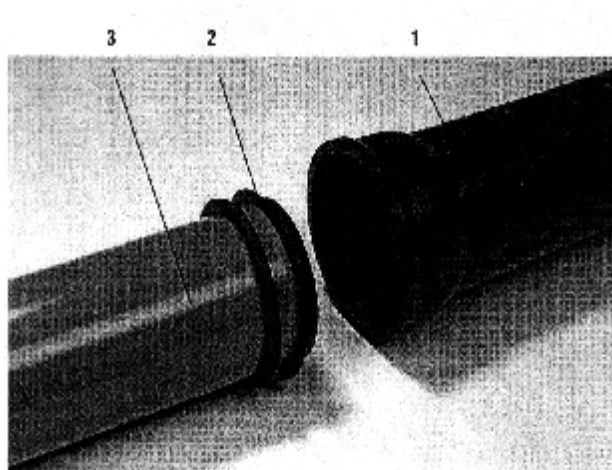
Połączenia rur z tworzyw sztucznych z rurami stalowymi i żeliwnymi należy wykonywać w temperaturze powyżej +5 °C ze względu na znaczną rozszerzalność i kruchość tworzyw sztucznych (w niskich temperaturach).

Rury PVC można łączyć z elementami z innych materiałów (PE, stal, żeliwo) za pomocą połączeń kielichowych z pierścieniem gumowym, kielichowo – kołnierzowych z pierścieniami i uszczelkami gumowymi (z elementami z żeliwa i stali), kielichowych nasuwkowych (z elementami PE), dwuzłazek (z elementami z PE i stali), kołnierzowych z kołnierzami luźnymi i uszczelkami gumowymi oraz tuleją klejową (z elementami żeliwnymi) [4, s. 90].



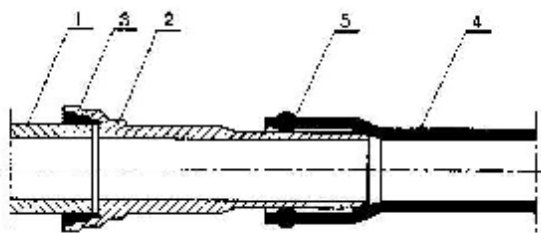
Rys. 39. Połączenie kielicha rury kamionkowej z bosym końcem rury PVC:

1 – rura żeliwna, 2 – uszczelka podwójna,
3 – złączka, 4 – rura PVC [katalog producenta]

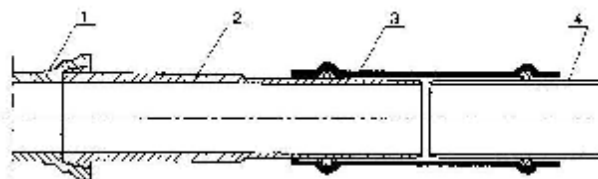


Rys. 40. Połączenie rury PVC z kielichem rury żeliwnej:

1 – rura żeliwna, 2 – uszczelka podwójna,
3 – rura PVC [katalog producenta]

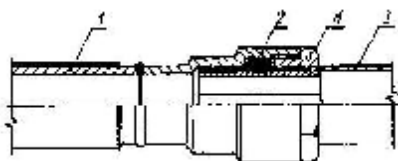


Rys. 41. Połączenia bosego końca rury żeliwnej z przewodem PVC:
1 – rura żeliwna, 2- żeliwna kształtka przejściowa, 3 – uszczelnienie sznurem, 4 – kielichowa rura PVC, 5 – uszczelka gumowa [katalog producenta]

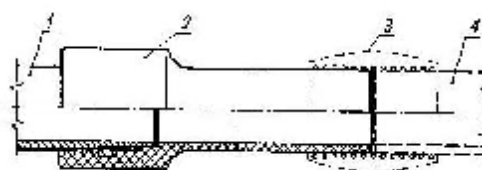


Rys. 42. Połączenie kielicha żeliwnego z bosym końcem PVC:
1 – kielich żeliwny, 2- kształtka żeliwna, 3 – nasuwka PVC, 4 – bosy koniec PVC, [katalog producenta]

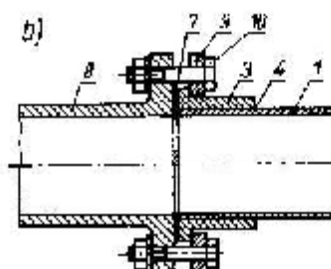
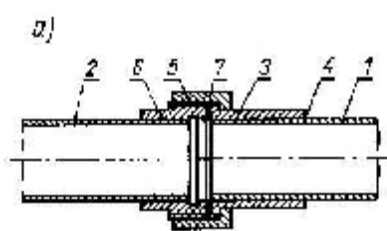
W przypadku łączenia rur PE z rurami stalowymi stosuje się następujące połączenia mechaniczne: kołnierzowe, zaciskowe skręcane i połączenia spawane. Połączenia zaciskowe skręcane to stalowe złącza śrubowe, których uszczelnienie stanowią stalowe pierścienie pokryte gumą. Połączenie spawane to rodzaj kielicha z PE, wewnątrz którego wkręcony jest króciec stalowy. Część stalową złącza łączy się na budowie z gazociągiem stalowym przez spawanie, a z gazociągiem polietylenowym przez zgrzewanie elektrooporowe [1, s. 198, 199].



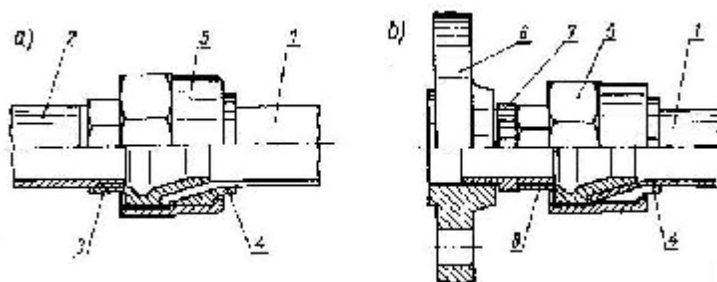
Rys. 43. Połączenie PE/stal zaciskowe:
1 – rura stalowa, 2- elastyczny pierścień zaciskowy, 3 – rura polietylenowa SDR 11, 4 – nakrętka dociskowa [1, s. 198]



Rys. 44. Kształtka przejściowa PE/stal:
1 – króciec stalowy, 2- prostka kielichowa, 3 – złączka do zgrzewania elektrooporowego, 4 – rurociąg z PE [1, s. 199]



Rys. 45. Połączenie rur z PVC: a) z rurą stalową gwintowaną, b) z rurą żeliwną kołnierzową
1 – rura z PVC, 2- rura stalowa gwintowana, 3 – tulejka z PVC, 4 – powierzchnia klejenia, 5 – nakrętka kapturowa, 6 – żeliwna końcówka nakrętnie płaska, 7 – uszczelka, 8 – rura żeliwna kołnierzowa, 9 – kołnierz luźny, 10 – śruby stalowe [2, s. 88]



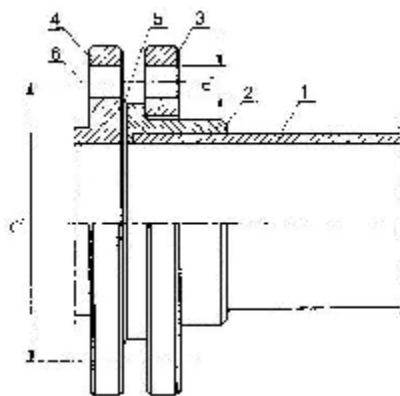
Rys. 46. Połączenie rury polietylenowej: a) z rurą stalową, b) z kołnierzem stalowym
1 – rura PE, 2- rura stalowa, 3 – element łączny nakręcany na rurę stalową, 4 – tuleja dociskowa, 5 – nakrętka kapturowa, 6 – kołnierz, 7 – złączka wkrętno – nakrętna, 8 – element łączący [2, s. 88]

Rury PVC nie posiadają gotowych kołnierzy i przy zastosowaniu złącz kołnierzowych na połączeniu z armaturą lub z kształtkami z żeliwa takie złącza wykonuje się przez naklejenie przy pomocy kleju agresywnego na bosc końce rur tulei z PVC z pierścieniami szyjkowymi. Pierścienie te stanowią zaczepienie dla nałożonych na nie luźnych kołnierzy stalowych oraz powierzchnie uszczelniające dla płaskich uszczelek gumowych.

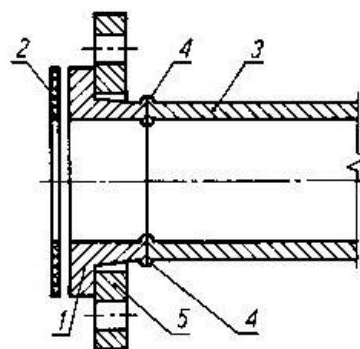
Elementy tego połączenia powinny być zabezpieczone przed korozją za pomocą środków nieagresywnych w stosunku do PVC [katalog producenta].

Do połączeń rur z PVC z innymi materiałami mogą być też użyte żeliwne kształtki przejściowe np. żeliwny sztucer kołnierzowy którego bosc koniec dostosowany jest do połączenia z kielichem rury PVC na wcisk i pierścieniową uszczelką gumową.

Do łączenia rur polietylenowych z armaturą lub przewodami stalowymi produkuje się tuleje kołnierzowe. Tuleję taką po nałożeniu luźnego kołnierza stalowego łączy się z przewodem przez zgrzewanie [1, s. 64].



Rys. 47. Złącze kołnierzowe tulejowe: 1 – bosc końca rury PVC, 2 – tuleja kołnierzowa z PVC, 3 – luźny kołnierz stalowy, 4 – kołnierz żeliwny (rury lub armatury), 5 – uszczelka płaska gumowa, 6 – otwór na śruby [katalog producenta]



Rys. 48. Złącze kołnierzowe rury z PE: 1 – tuleja kołnierzowa z PE, 2 – uszczelka gumowa, 3 – rura z PE, 4 – połączenie zgrzewane, 5 – luźny kołnierz dociskowy stalowy [1, s. 64]

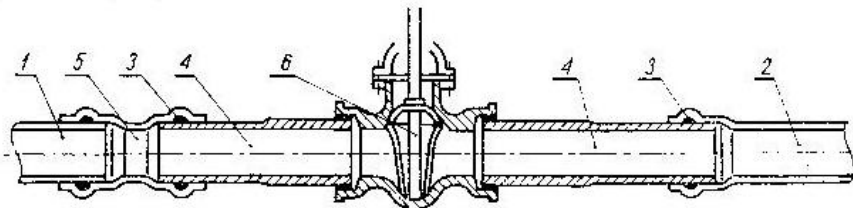
Montaż uzbrojenia na rurociągach z tworzyw sztucznych

Sposób połączenia rurociągu z elementami uzbrojenia jest uzależniony od typu armatury i rodzaju stosowanych złączy oraz od materiału i przewodów.

Podczas montażu uzbrojenia sieci wodociągowej połączenia kielichowe i kołnierzowe wykonuje się analogicznie jak w przypadku łączenia przewodów. Przed połączeniem z przewodami zasuwki żeliwne należy ustawiać na betonowym podłożu (blokach oporowych), niezależnie od rodzaju gruntu aby nie wprowadzać dodatkowych naprężeń [8, s. 34].

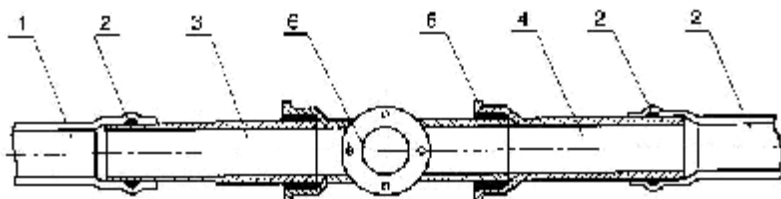
Na przewodach z tworzyw sztucznych instaluje się zasuwy żeliwne kielichowe lub kołnierzowe o dowolnej średnicy oraz zasuwy z PVC kielichowe lub kołnierzowe o średnicach zewnętrznych w zakresie 50÷400 mm.

Montaż zasuwy żeliwnej na przewodzie PVC wymaga zastosowania żeliwnych kształtek przejściowych, które razem z zasuwą stanowią tzw. węzeł.



Rys. 50. Montaż zasuwy kielichowej żeliwnej na przewodzie PVC:

1 – rura PVC (bosi koniec), 2 – rura PVC (kielich), 3 – uszczelka gumowa, 4 – króciec bosi, 5 – złączka dwukielichowa z PVC, 6 – zasuwa żeliwna kielichowa [katalog producenta]



Rys. 51. Montaż trójnika pod hydrant:

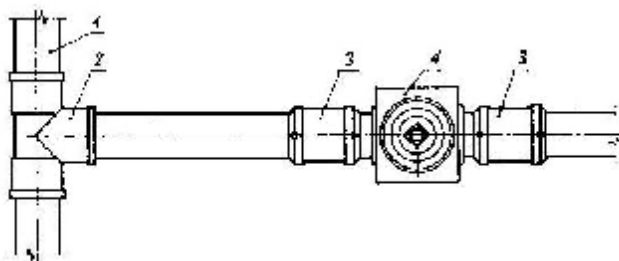
1 – rura z PVC (kielich), 2 – uszczelka gumowa, 3 – króciec bosi, 4 – króciec kielichowy, 5 – szczeliwo, 6 – trójnik żeliwny kielichowy z kołnierzem [katalog producenta]

Odpowietrzniki należy instalować na odgałęzieniach kołnierzowych w studzienkach.

Montaż hydrantów na przewodach z tworzyw sztucznych polega na zastosowaniu trójnika żeliwnego kielichowego z odgałęzieniem kołnierzowym do którego montuje się hydrant.

Studzienki kanalizacyjne oraz wpusty deszczowe z tworzyw sztucznych można łatwo montować, gdyż mają fabrycznie wykonane kinety i odgałęzienia, w których umieszczone są uszczelki do podłączenia kanałów. Kanały dołączane są do studzienek za pomocą połączeń kielichowych [8, s. 74].

Zasuwy do przewodu gazowego montuje się za pomocą połączeń kołnierzowych. Zawory kulowe z PE na gazociągach polietylenowych niskiego i średniego ciśnienia łączy się przez zgrzewanie czołowe lub za pomocą kształtek elektrooporowych [1, s. 66].



Rys. 52. Zawór kulowy z PE wmontowany na odgałęzieniu wyprowadzonym z trójnika:

1 – gazociąg z PE, 2 – trójnik elektrooporowy, 3 – złączki elektrooporowe, 4 – zawór kulowy z PE [1, s. 202]

4.7.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Kiedy stosuje się połączenia mieszane?
2. W jaki sposób łączy się rury PVC z rurami żeliwnymi?
3. W jaki sposób łączy się rury PVC z rurami kamionkowymi?
4. W jaki sposób wykonuje się połączenia rur PE z rurami stalowymi?
5. W jaki sposób wykonuje się połączenia rurociągów z tworzyw sztucznych z armaturą?

4.7.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Na podstawie dokumentacji technicznej przygotowanej przez nauczyciela wykonaj montaż zasuwy kielichowej na przewodzie wodociągowym z PVC.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zapoznać się z wymaganiami dotyczącymi montażu rurociągów z tworzyw sztucznych z armaturą,
- 2) zapoznać się z dokumentacją techniczną oraz instrukcją zawierającą przepisy bhp na stanowisku do ćwiczeń oraz czynności związane z przebiegiem i warunkami technicznymi montażu rurociągów z tworzyw sztucznych z armaturą,
- 3) określić kolejne czynności związane z montażem zasuwy na przewodzie z PVC,
- 4) dobrać sprzęt i narzędzia potrzebne do montażu,
- 5) przygotować potrzebne do montażu materiały,
- 6) wykonać montaż zasuwy na przewodzie wodociągowym z PVC,
- 7) sprawdzić poprawność wykonania montażu.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stanowisko do montażu połączeń rur z tworzyw sztucznych,
- dokumentacja techniczna oraz instrukcja dla ucznia obejmująca przepisy bhp oraz czynności związane z przebiegiem i warunkami technicznym montażu rurociągów z tworzyw sztucznych z armaturą,
- materiały potrzebne do montażu (zasuwa kielichowa żeliwna, rury PVC, uszczelki),
- sprzęt i narzędzia potrzebne do montażu połączeń kielichowych.

Ćwiczenie 2

Na podstawie przedstawionej przez nauczyciela dokumentacji technicznej wykonaj połączenie rur PE do gazu z rurą stalową za pomocą kształtki przejściowej PE/stal.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zapoznać się z wymaganiami dotyczącymi montażu rurociągów z tworzyw sztucznych z innymi materiałami,
- 2) zapoznać się z dokumentacją techniczną oraz instrukcją zawierającą przepisy bhp na stanowisku do ćwiczeń oraz czynności związane z przebiegiem i warunkami technicznymi montażu rurociągów z tworzyw sztucznych,
- 3) określić w kolejności czynności związane z montażem,

- 4) dobrać sprzęt i narzędzia potrzebne do montażu,
- 5) przygotować potrzebne do montażu materiały,
- 6) wykonać połączenie rurociągu stalowego z polietylenowym,
- 7) sprawdzić poprawność wykonania połączenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stanowisko do montażu połączeń rur z tworzyw sztucznych,
- dokumentacja techniczna odcinka rurociągu gazowego,
- instrukcja dla ucznia obejmująca przepisy bhp oraz czynności związane z przebiegiem i warunkami technicznymi montażu rurociągów z tworzyw sztucznych do transportu gazu,
- materiały potrzebne do montażu (rury PE do gazu, rury stalowe czarne, kształtka PE/stal),
- sprzęt i narzędzia potrzebne do montażu.

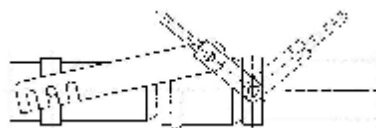
5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

INSTRUKCJA DLA UCZNIA

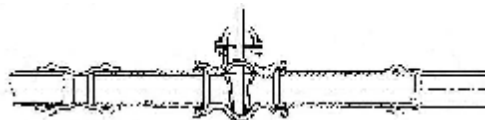
1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Test zawiera 20 zadań. Do każdego dołączone są 4 możliwości odpowiedzi. Tylko jedna z nich jest prawidłowa.
5. Udzielaj odpowiedzi tylko na załączonej karcie odpowiedzi stawiając w odpowiedniej rubryce znak X. W przypadku pomyłki błędną odpowiedź należy zakreślić kółkiem, następnie ponownie zaznaczyć odpowiedź prawidłową.
6. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
7. Gdy udzielenie odpowiedzi będzie sprawiało Ci trudność, odłóż jego rozwiązanie na później i wróć do tego zadania, gdy zostanie Ci wolny czas.
8. Na rozwiązanie testu masz 40 minut.

ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

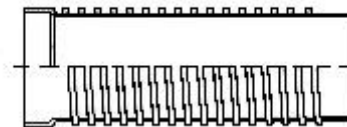
1. Tworzywa sztuczne do produkcji rur i kształtek sieciowych to głównie:
 - a) tworzywa termoutwardzalne.
 - b) tworzywa termoplastyczne.
 - c) tworzywa chemoutwardzalne.
 - d) pianki poliuretanowe.
2. Rury z tworzyw sztucznych nie są odporne na:
 - a) korozję.
 - b) działanie wód gruntowych.
 - c) działanie agresywnych czynników (mediów).
 - d) działanie promieni ultrafioletowych.
3. Przedstawione na rysunku urządzenie służy do:
 - a) zgrzewania rur PE.
 - b) wykonywania połączeń kołnierzowych PVC.
 - c) wykonywania połączeń kielichowych PVC.
 - d) cięcia rur PE.
4. Za pomocą zgrzewania elektrooporowego łączy się:
 - a) rury profilowe.
 - b) rury PVC.
 - c) rury stalowe.
 - d) rury PE.
5. Do budowy rurociągów sieci ciepłej stosuje się:
 - a) rury z PE-X i PB.
 - b) rury PP.
 - c) rury profilowe.
 - d) rury z PVC.



6. Na rysunku przedstawione jest połączenie przewodu PVC z zasuwą żeliwną za pomocą :
- a) złączki dwukielichowej z PVC.
 - b) połączenia kołnierзовego.
 - c) tulejki z PVC.
 - d) złączki zaciskowej.



7. Jaki rodzaj rury przedstawia rysunek:
- a) rura z PVC kielichowa.
 - b) rura profilowa PEHD/PP.
 - c) rura PE.
 - d) rura dwuścienna z PVC.



8. Wieńce oporowe na końcówkach rur z tworzyw sztucznych stanowią element połączenia:
- a) kielichowego na wcisk.
 - b) zgrzewanego czołowo.
 - c) kołnierзовego na kołnierze luźne.
 - d) zaciskowego.

9. Podczas oceny jakości wykonanego zgrzewu szerokość spoiny (wypływk) przy średnicy zewnętrznej rur 90 – 110 mm powinna wynosić:
- a) 5 – 12 mm.
 - b) 7 – 10 mm.
 - c) 11 – 14 mm.
 - d) 20 mm.

10. Gęstość polietylenu wynosi:
- a) 9,2 [g/cm³].
 - b) 0,92 [g/cm³].
 - c) 0,85 [g/cm³].
 - d) 92 [g/cm³].

11. Do cięcia rur z tworzyw sztucznych należy zastosować:
- a) zgrzewarkę.
 - b) piłkę ręczną z drobnym uzębieniem.
 - c) palnik gazowy do cięcia.
 - d) obcinak chomątowy.

12. Przy rozładunku rur z tworzyw sztucznych nie wolno stosować:
- a) zawiesi z lin stalowych i łańcuchowych.
 - b) lin bawełnianych.
 - c) rozładowywania ręcznego.
 - d) zawiesi z pasów.

13. Rurociąg z PVC został zamontowany bez sprawdzenia stanu technicznego, jakie mogą być skutki takiego postępowania:
- a) pękanie przewodów.
 - b) odkształcenie przewodów.
 - c) korozja przewodów.
 - d) niedrożność przewodów.