**Technologia Montażu Sieci Komunalnych lekcja 15 do 25**

**Przypomnienie**

Ocena i obecność zostanie wystawiona za wykonane prace:

- założenie zeszytu,

- własnoręczne przepisanie do zeszytu zamieszczonych materiałów. Potwierdzone wysłaniem jego zdjęć na podanego maila: [asuszek@ckz.swidnica.pl](mailto:asuszek@ckz.swidnica.pl), do dnia 4.05.2020r

- wykonaniem jednego zadania domowego,

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

- Sprawdzian data i termin **4.05.2020r.** O godzinie **900** zostaną wysłany na maila pytania na które trzeba będzie odpowiedzieć do godziny **1200**

WSZYSTKIE FILMY NALEŻY DOKŁADNIE OBEJŻEĆ

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

**Lekcja 15**

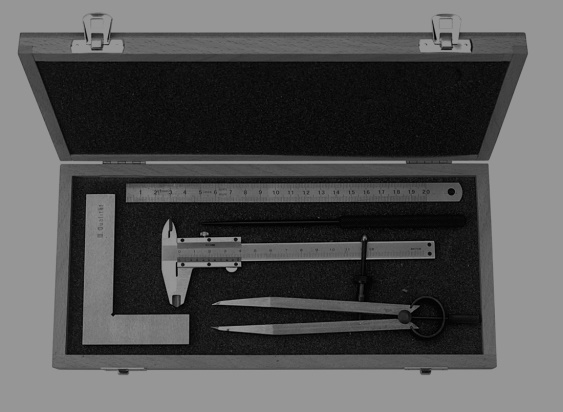
**Temat:** Trasowanie płaskie i przestrzenne

**W tej lekcji trzeba przerysować rysunki, a tekst można skrócić.**

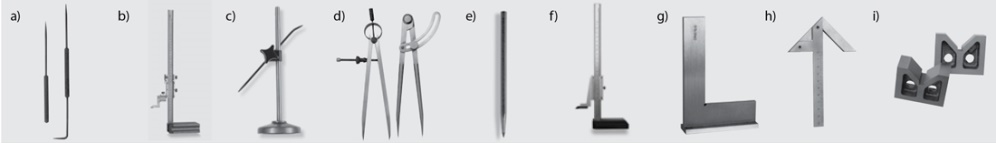
Trasowaniem nazywamy wyznaczanie na obrabianym przedmiocie linii określającej granice, do których należy zebrać zbędny materiał podczas obróbki. Trasowanie jest bardzo ważną operacją, ponieważ od dokładności jego wykonania zależy precyzja dalszej obróbki.

Trasowanie stosuje się w produkcji jednostkowej i małoseryjnej, ponieważ specjalne wzorniki czy przyrządy obróbkowe zapewniające właściwe ustawienie narzędzia są opłacalne dopiero przy dużych seriach. Najczęściej trasuje się przedmioty typu korpus i płyta, które wymagają obróbki piłowaniem, wierceniem lub frezowaniem.  
Podczas trasowania blach i materiału płaskiego mamy do czynienia z trasowaniem na płaszczyźnie. Zasady trasowania na płaszczyźnie są bardzo podobne do zasad kreślenia technicznego. W przypadku trasowania przestrzennego mamy do czynienia z wymiarami rozłożonymi w różnych płaszczyznach i pod różnymi kątami wobec siebie.

Ponieważ trasowanie obejmuje wiele czynności, zestaw narzędzi do trasowania jest bogaty. Najważniejsze z nich to: rysik, cyrkiel, znacznik traserski (ryśnik), liniał traserski, suwmiarka traserska z podstawką, kątownik, kątomierz, punktak, młotek, wzorniki.



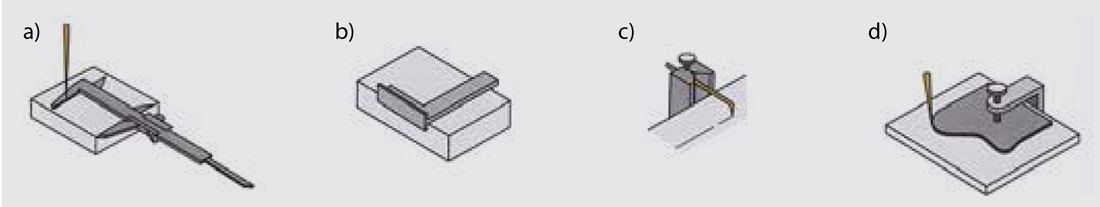
Rysik jest podstawowym narzędziem traserskim, służy do wykreślania linii (kres) na trasowanym przedmiocie według liniału lub wzornika. Najczęściej ma on postać cienkiego pręta o długości od 200 do 300 mm z ostro zaszlifowanym końcem, przy czym jeden koniec jest prosty, a drugi zagięty. Do odmierzania odległości, wykreślania linii poziomych i ustawiania ryśnika na wymagany wymiar służy liniał traserski z podstawką. Trasowanie okręgów i krzywych, konstrukcję kątów, odkładanie wymiarów, podział linii wykonuje się za pomocą cyrkla traserskiego. Ryśnik służy do wykreślania linii poziomych oraz do sprawdzania ustawienia trasowanego przedmiotu na płycie. Składa się on z żeliwnej podstawki, słupka, uchwytu i rysika. Uchwyt mocuje się w dowolnym miejscu na słupku, a rysik może się obracać wokół swej osi i nachylać pod dowolnym kątem. Podobne zadanie co ryśnik spełnia suwmiarka z podstawką, ale dodatkowo stosuje się ją do sprawdzania wysokości i do bardziej dokładnego wyznaczania linii na powierzchni trasowanego przedmiotu. Sprawdzanie dokładności ustawienia przedmiotu na płycie traserskiej oraz trasowanie linii poziomych i pionowych wykonuje się za pomocą kątowników. Z kolei do zaznaczania linii pod dowolnym kątem oraz do pomiaru kątów służy kątomierz. Aby wyznaczyć środek na płaskiej czołowej powierzchni przedmiotu typu walec stosujemy środkownik. Istotnym narzędziem traserskim do utrwalania wyznaczonych linii jest punktak. Ma on postać okrągłego lub graniastego pręta, którego jeden koniec jest zakończony hartowanym stożkowym ostrzem o kącie 45–60°, a drugi ma kształt stożkowego łba, w który uderza się młotkiem. Średnica punktaka traserskiego wynosi najczęściej 10–15 mm, a długość 80–150 mm. Niewielki młotek traserski ma ciężar 50–100 G. Po wytrasowaniu wszystkich linii należy je utrwalić za pomocą punktaka i młotka, ponieważ w trakcie dalszej obróbki linie traserskie mogą ulec zatarciu. Punktujemy środki okręgów i łuków, osie symetrii, miejsca przecięcia się linii oraz linie proste.



*Podstawowe narzędzia traserskie: a) rysik, b) suwmiarka traserska z podstawką, c) znacznik (ryśnik) do wykreślania linii poziomych, d) cyrkle traserskie, e) punktak, f) liniał traserski, g) kątownik, h) środkownik, i) pryzma traserska [2]*

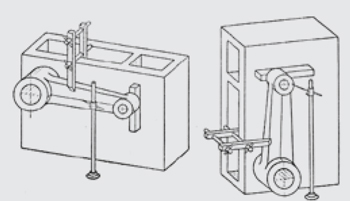
Gęstość punktów zależy od wielkości trasowanego przedmiotu. Czynność trasowania wykonuje się na płycie traserskiej. Jest to żeliwna płyta z dokładnie obrobioną zewnętrzną górną płaszczyzną i powierzchniami bocznymi. Na płaszczyźnie płyty ustawia się wszystkie przedmioty przeznaczone do trasowania. Do dokładnego ustawienia trasowanych przedmiotów na płycie traserskiej stosuje się różnego typu pryzmy, podkładki, klocki itp. Po zakończeniu trasowania płytę należy starannie wytrzeć do sucha i zakonserwować. Powierzchnię roboczą płyty traserskiej należy chronić przed uszkodzeniami i uderzeniami za pomocą drewnianej pokrywy. Przed trasowaniem należy dokładnie obejrzeć i sprawdzić półwyrób, a powierzchnie przeznaczone do trasowania pokryć farbą traserską, na której trasowane linie będą bardziej wyraziste. Do pokrywania

powierzchni surowych odlewów, odkuwek, części spawanych stosuje się białą farbę przygotowaną   
z mielonej kredy rozpuszczonej w wodzie z dodatkiem oleju lnianego i sykatywy (substancji przyspieszającej schnięcie).



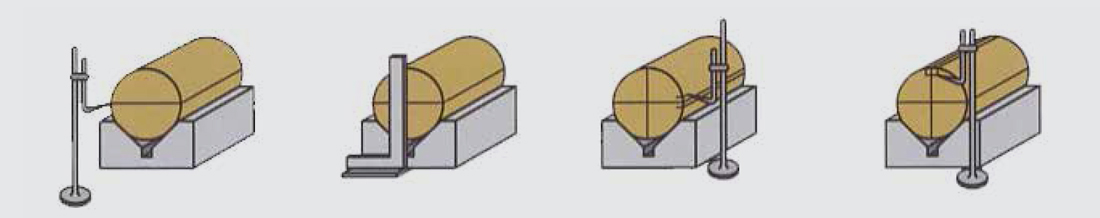
*Trasowanie płaskie: a) wyznaczanie linii w określonej odległości, b) kreślenie prostych prostopadłych do krawędzi, c) kreślenie prostych równoległych do krawędzi, d) wyznaczanie linii wg wzornika [2]*

Z kolei na niewielkie, gładko obrobione i odtłuszczone przedmioty stosuje się wodny roztwór siarczanu miedziowego, z którego w zetknięciu z żelazem wytrąca się cienka warstewka miedzi. Gdy farba wyschnie, można przystąpić do trasowania według danych rysunku technicznego. Po przygotowaniu powierzchni wybiera się bazy traserskie. Nazwą tą określa się punkt, oś lub obrobioną powierzchnię, od której odmierzane są wymiary zaznaczone na przedmiocie. Trasowanie rozpoczyna się zwykle od wyznaczenia głównych osi symetrii przedmiotu, następnie – odcinki linii prostych i łuki według rysunku technicznego. Wymiary przenosi się na przedmiot cyrklem z przymiaru lub suwmiarką. Podczas wykonywania większej liczby jednakowych przedmiotów stosuje się trasowanie według wzornika, który przykłada się do płaskiej powierzchni materiału i obrysowuje rysikiem wzdłuż jego krawędzi. W celu utrwalenia wytrasowanych linii punktuje się je symetrycznie względem osi linii. Dłuższe kresy – w odstępach 20–100 mm, a kresy krótkie, łuki i okręgi w odstępach 5–10 mm.



*Trasowanie przestrzenne z zastosowaniem skrzynki traserskiej [1]*

W trasowaniu przestrzennym, podobnie jak w trasowaniu płaskim, istotną rolę odgrywa wybór podstawowej powierzchni (bazy) traserskiej, na której przedmiot będzie spoczywał podczas trasowania. Często przedmiot w kształcie bryły ustawia się na płycie traserskiej na podstawkach o odpowiedniej dobranej wysokości, mocuje do skrzynki traserskiej, a przedmioty walcowe – ustawia na pryzmach. W trasowaniu przestrzennym do wykreślania rys używa się znacznika traserskiego z podstawką, a do odmierzania odległości – liniału   
i suwmiarki z podstawką. Przy trasowaniu przedmiotów płaskich i przestrzennych dokładność i szybkość trasowania zależy od znajomości zasad konstrukcji geometrycznych.



*Rys. 5. Wykorzystanie znacznika do trasowania zarysu rowka na wpust [2]*

**Lekcja 16**

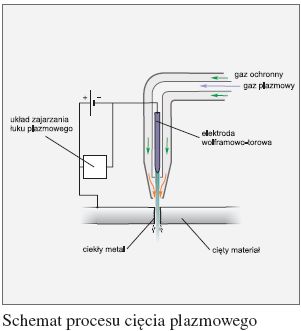
**Temat:** Cięcie ręczne i mechaniczne

**Cięcie** to operacja rozdzielania materiału. Idealny proces cięcia to rozdzielenie wiązań atomowych w płaszczyźnie cięcia wzdłuż określonej linii bez wpływu na stan fizyczny materiału. Metody cięcia różnią się ilością zużytej energii, szybkością cięcia, wielkością ubytku materiału, wpływem cieplnym na cięty materiał, jakością ciętych krawędzi. Przy doborze metody cięcia należy uwzględnić:

* rodzaj materiału
* grubość
* wymaganą jakość i dokładność cięcia
* szybkość cięcia (czas)
* obróbkę na gotowo
* cenę urządzenia i koszty procesu

Rozróżnia się cięcie:

* **SKRAWAJĄCE** zwane przecinaniem, wykonywane piłami uzębionymi (tarczowymi i taśmowymi) lub nieuzębionymi. Stosowane najczęściej przez producentów wyrobów i półwyrobów hutniczych do ciecia bloków, wlewków, rur, prętów i kształtowników.
* **PLASTYCZNE (tłoczeniem)**, w którym dokonuje się podziału metalu z naruszeniem jego spójności bez powstającego ubytku (wiórów, produktów spalania lub stopienia). Dzieli się na wycinanie, odcinanie, rozcinanie, dziurowanie, okrawanie, nacinanie. Wykonuje się je za pomocą krawędzi tnących narzędzia na prasach lub nożycach (gilotynowych, krążkowych lub dźwigniowych). Stosowane przez producentów i firmy handlowe do cięcia blach cienkich i taśm. Cięcie na prasach za pomocą wykrojników to wykrawanie.
* **KUŹNICZE** operacja kucia mająca na celu rozdzielenie kutego materiału na części, wykonywana przecinakami i zebijakami.
* **TERMICZNE** tlenem - spalanie podgrzanego płomieniem gazowym metalu w strumieniu czystego tlenu, który z dużą prędkością utlenia i nadtapia cięty metal na całej jego grubości i wyrzuca ze szczeliny cięcia produkty reakcji utleniania i ciekły metal. Do przeprowadzenia procesu niezbędne jest podgrzewanie obszaru cięcia do odpowiedniej temperatury za pomocą gazu palnego (najczęściej acetylenu również propanu, propylenu, gazu ziemnego i propadienu metyloacetylenu). Proces prowadzi się za pomocą specjalnych palników, które mieszają gaz palny i tlen tworząc płomień podgrzewający oraz doprowadzają do obszaru cięcia koncentryczny strumień tlenu tnącego. Idealny proces cięcia to rozdzielenie wiązań atomowych w płaszczyźnie cięcia wzdłuż określonej linii bez wpływu na stan fizyczny materiału. Metody cięcia różnią się ilością zużytej energii, szybkością cięcia, wielkością ubytku materiału, wpływem cieplnym na cięty materiał, jakością ciętych krawędzi. Przy doborze metody cięcia należy uwzględnić: rodzaj materiału, grubość, wymaganą jakość i dokładność cięcia, szybkość cięcia (czas cięcia), obróbkę na gotowo, cenę urządzenia i koszty procesu. O szybkości cięcia, maksymalnej grubości ciętego materiału oraz jakości ciętych powierzchni decyduje dobór: średnicy i kształtu dyszy tlenowej, ciśnienia tlenu tnącego, rodzaju   
  i ciśnienia gazu palnego i tlenu płomienia podgrzewającego. Metodę cięcia tlenem stosuje się głównie do cięcia przedmiotów ze stali konstrukcyjnych węglowych i nisko stopowych o grubości od 3 do 200 mm. Przy użyciu odpowiednich topników można ją stosować również do stali austenitycznych, żeliwa i metali nieżelaznych. Odpowiedni dobór parametrów procesu i gazów umożliwia między innymi cięcie tlenem pod wodą nawet na dużych głębokościach. Szczególną odmianą procesu jest cięcia przy użyciu lancy tlenowej, która przebija beton zbrojony, cegłę ceramiczną, skały, stal, żeliwo, aluminium. Może być również używana pod wodą. Metody cięcia tlenem nie stosuje się do stali z dużą zawartością pierwiastków stopowych odpornych na utlenianie (nikiel, chrom), czyli stali nierdzewnych.
* **elektroerozyjne drutem** - polega na wycinaniu metodą elektroiskrową detali o zaprogramowanych kształtach w materiałach przewodzących prąd elektryczny (np. miedź, aluminium, stal, żeliwo, spieki metali) przy pomocy cienkiego drutu (0,25 mm). Wykorzystywane jest głównie do wykonywania precyzyjnych narzędzi (ciągadła, matryce) form wtryskowych, wykrojników ze stali wysokostopowych lub ze stopów, poddanych wcześniej termicznej i chemicznej obróbce.
* **łukowe** - polegające na wytapianiu lub wypalaniu szczeliny cięcia ciepłem łuku elektrycznego swobodniej jarzącego się pomiędzy elektrodą, a ciętym materiałem.
  + Podstawowe odmiany cięcia łukowego:
  + łukowo-powietrzne elektrodą grafitową - w którym stopiony metal wydmuchiwany jest ze szczeliny cięcia silnym strumieniem powietrza. Proces realizuje się przy użyciu prądu stałego lub przemiennego, a stosuje się do cięcia stali węglowych, nisko i wysokostopowych, żeliwa, stopów niklu, miedzi, aluminium i magnezu. Wadą metody jest bardzo wysoki poziom hałasu.
  + łukowo-tlenowe - szczelina uzyskiwana jest poprzez stapianie metalu ciepłem łuku elektrycznego oraz spalanie tlenu. W zależności od rodzaju ciętego materiału zmienia się proporcja tych dwóch procesów w przypadku stali węglowych i niskostopowych zdecydowanie przeważa spalanie egzotermiczne metalu, a przy stalach wysokostopowych (głównie odpornych na korozję)i metalach nieżelaznych występuje prawie wyłącznie proces stapiania. Procesu cięcia dokonuje się za pomocą rurkowej elektrody otulonej. Środkiem elektrody podawany jest pod ciśnieniem tlen, a topniki z otuliny stabilizują jarzenie łuku oraz zwiększają rzadkopłynność tlenków, co ułatwia ich usunięcie ze szczeliny cięcia.
  + łukowe elektrodą otuloną - proces polegający na stapianiu metalu w szczelinie cięcia ciepłem łuku niskowęglowej elektrody otulonej. Zalecane użycie prądu stałego, a metoda stosowana jest głównie do cięcia złomowego metali nieżelaznych (niska jakość krawędzi).
  + łukowe metodą GTA - stapianie metalu ciepłem łuku elektrycznego pomiędzy elektrodą nietopliwą, a ciętym materiałem oraz wydmuchiwanie ciekłego metalu gazem ochronnym (argon z wodorem lub azotem). Metoda stosowana do cięcia stali nierdzewnych, aluminium, magnezu, miedzi, niklu, i ich stopów.
  + łukowe metodą GMA - metoda podobna do GTA lecz zastosowana jest elektroda topliwa   
    w postaci podawanego w sposób ciągły drutu ze stali niskowęglowej, a gazem ochronnym jest mieszanka argonu z wodorem lub CO2. Stosowana do cięcia stali odpornych na korozję do 40 mm grubości oraz aluminium do 75 mm.



* + plazmowe - odmiana cięcia łukowego za pomocą plazmowego łuku elektrycznego czyli silnie termicznie zjonizowanego gazu o dużej koncentracji cząsteczek naładowanych i dużej energii kinetycznej, jarzącym się pomiędzy elektrodą nietopliwą, a ciętym metalem. Gaz wydobywa się ze zwężającej się dyszy plazmowej z prędkością zbliżoną do prędkości dźwięku. Temperatura strumienia plazmy wynosi od 10000 do 30000 K. W zależności od potrzeb stosuje się różny skład gazu plazmowego, różne natężenie jego przepływu, oraz różne natężenie prądu stałego. Stosowane gazy w tej metodzie to: tlen, azot, powietrze, argon, argon+wodór, azot+wodór. Dobór materiału elektrod nietopliwych uzależniony jest od stosowanego gazu i może to być stop wolframu z torem, cyrkon lub hafn. Dysze plazmowe wykonane są z miedzi i chłodzone gazem ochronnym lub wodą. Proces stosowany może być do wszystkich gatunków stali i metali nieżelaznych. Może też być prowadzony pod wodą. Zalety: elementy cięte wolne od zniekształceń, niewielka strefa wpływu ciepła oraz szczelina cięcia, duża prędkość cięcia. Wady: duży poziom hałasu, duża ilość gazów i dymu, silne promieniowanie świetlne
  + laserowe - proces miejscowego topienia lub topienia i odparowywania cienkiej warstwy metalu przy pomocy energii wiązki promieniowania laserowego. Strumień gazu reaktywnego lub obojętnego wspomagającego proces wyrzuca ciekły metal ze szczeliny cięcia. Aby uzyskać wymaganą do cięcia ilość ciepła w szczelinie, promień lasera musi zostać zogniskowany przez odpowiednie soczewki i system luster. Wiązkę laserową można zogniskować nawet do średnicy 0,0025 mm. W procesie stosuje się lasery stałe neodymowe i gazowe CO2, a dostarczanie energii może odbywać się impulsowo lub w sposób ciągły. Stosowane gazy towarzyszące: powietrze, tlen, azot, argon. Tlen lub powietrze reagując z żelazem dostarczają z reakcji egzotermicznej dodatkową ilość ciepła i tym samym zwiększają szybkość cięcia. Przy odpowiednim doborze gazu laserem można ciąć wszystkie gatunki stali, aluminium i jego stopy, miedź   
    i stopy miedzi, stopy niklu, tytan, cyrkon, metale trudno topliwe (molibden, wolfram, wanad), tworzywa sztuczne, materiały kompozytowe, szkło, gumę, kwarc, drewno. Zalety cięcia laserem: duża prędkość cięcia, duża precyzja, wąska szczelina, minimalne odkształcenie ciętych przedmiotów, brak ograniczenia kształtu ciętych przedmiotów, wysoka jakość ciętych krawędzi, wąska strefa wpływu cieplnego. Tolerancja cięcia promieniem lasera jest porównywalna z tolerancją uzyskiwaną metodą obróbki mechanicznej. Brak ograniczenia kształtu ciętego materiału pozwala na wykonywanie elementów dekoracyjnych czy obróbkę profili o skomplikowanych kształtach. Proces cięcia laserem prowadzi się prawie wyłącznie w układach automatycznych ze sterowaniem numerycznym i możliwością cięcia trójwymiarowego, choć może być prowadzony ręcznie.
* **STRUMIENIEM WODNYM** - odbywa się na zimno i polega na wykorzystaniu skoncentrowanej energii silnie sprężonego (ponad 400 MPa) strumienia wody przepuszczanego przez dyszę o bardzo małej średnicy, przez co uzyskuje się prędkość strumienia nawet trzykrotnie przewyższającą prędkość dźwięku. Usuwanie materiału ze szczeliny cięcia odbywa się w wyniku procesu erozji i zmęczenia ścinającego. Dla wspomagania procesu w przypadku twardych materiałów do strumienia wody wprowadza się pod wysokim ciśnieniem proszek ścierny (cięcie abrazywne). Wodą można ciąć praktycznie wszystkie materiały   
  z wyjątkiem diamentu. W czasie procesu materiał nie jest nagrzewany, nie ma, zatem zmian struktury, miejscowych zahartowań, naprężeń wewnętrznych oraz mikropęknięć. Metoda jest ekologiczna - nie wydzielają się gazy i pyły. Stosowana wyłącznie jako proces cięcia automatycznego lub zrobotyzowanego przy użyciu układów sterowania (podobnie jak przy cięciu plazmą i laserem). Cięcie jest płynne, a osiągane dokładności to ok. 0,1 mm/ 1000 mm cięcia. Maksymalne grubości ciętych materiałów - przykłady: stal węglowa do 190 mm, tytan 250 mm, aluminium 75 mm.

Źródło:

<https://metale.pl/>

**Lekcja 17**

**Temat:** Gięcie ręczne i mechaniczne

**W tej lekcji nie trzeba przerysować zdjęć, a tekst można skrócić.**

Instalacje wewnętrzne w praktyce – (z)gięta rur

[](https://www.instalator.pl/wp-content/uploads/2016/06/Czaplinski214-1.jpg)

W niniejszym artykule chciałbym przybliżyć najważniejsze zasady gięcia rur, których zachowanie może uchronić przed „skutkami ubocznymi” gięcia i które należy wziąć pod uwagę, gdyż mogą mieć one  decydujący wpływ na efekt końcowy pracy. Gięcie rur to czynność dobrze znana i od lat z powodzeniem wykorzystywana przy budowie instalacji wodnych, grzewczych i przemysłowych. Z pozoru proste   
i niewymagające wysokich kwalifikacji czynności mogą czasem sprawić niemałe trudności, a efekt końcowy nie będzie spełniał naszych oczekiwań.

Jak zatem wykonać prawidłowe gięcie rur, aby uniknąć uszkodzeń giętych przewodów oraz zapewnić prawidłową pracę instalacji?

Przed przystąpieniem do procesu gięcia rur, należy dokładnie określić rodzaj materiału przewodów, jakie mają być poddane gięciu, ich średnicę, typ zastosowanej technologii gięcia oraz promień i kąt wygięcia. Należy pamiętać, że popularne materiały instalacyjne, takie jak aluminium, stal, stal szlachetna, miedź czy polietylen, poddane zginaniu mogą reagować w odmienny sposób. Podczas gięcia każdego z tych materiałów pojawiają się niekorzystne zjawiska, takie jak sprężynowanie materiału, odkształcenie przekroju, pofałdowania i zmiana długości rur. Sprężynowaniu materiału po gięciu, które jest silniejsze w przypadku materiałów elastycznych, zapobiegamy poprzez niewielkie zwiększenie stopnia ugięcia, poprzez gięcie na promień mniejszy od żądanego. Powstaje wtedy żądany kąt ugięcia rury. Ograniczane jest również pofałdowanie wewnątrz rury wskutek ściskania materiału. To zjawisko występujące niezależnie od technologii gięcia, zwłaszcza w przypadku rur cienkościennych, może zostać wyeliminowane specjalną metodą wygładzania fałd podczas gięcia rur.

Gięcie rur miedzianych

Dzięki dużej podatności miedzi na kształtowanie czynności gięcia rur są łatwe do wykonania. Zalecane jest zwłaszcza wykorzystanie podatności na gięcie rur w stanie miękkim (R220) o średnicach do DN 22, używanych szczególnie często do wykonywania instalacji ogrzewania podłogowego w budynkach. Częste zmiany kierunku układania przewodów, wymagające użycia dużej ilości łączników, bardziej ekonomicznie uzyskuje się przez gięcie rury miękkiej. Można to osiągnąć bez obróbki i bez użycia giętarki. Rury w stanie twardym, nawet małych średnic, wymagają użycia giętarki mechanicznej. Czynności gięcia powinny być wykonane tak, aby zapewniały gładkość wewnętrznej i zewnętrznej powierzchni rury w obszarze gięcia, przy minimalnej deformacji przekroju kołowego rury i jak najmniejszej zmianie grubości ścianek.  
Ręczne gięcie na zimno, bez użycia giętarki, przebiega szybko, zaś powtarzalność można osiągnąć przez użycie prostego szablonu. Czasami zachodzi konieczność wyżarzenia miedzi do stanu zmiękczenia, szczególnie przy średnicach powyżej DN 18.

Kolejność

Kolejność czynności podczas gięcia rur miedzianych na gorąco przebiega następująco:  
\* wyznaczanie obszaru gięcia i grzania,  
\* wypełnienie rury suchym, drobnoziarnistym piaskiem,  
\* zamknięcie rury drewnianym korkiem,  
\* wstępne podgrzanie do zmatowienia powierzchni,  
\* grzanie właściwe równomiernie na całej wyznaczonej długości do ciemnoczerwonego koloru (ok. 650oC),  
\* gięcie wolne, ok. 10o poza żądany kąt, następnie cofnięcie, sprawdzenie i skorygowanie wielkości  
kąta do właściwej wartości,  
\* staranne usunięcie piasku i swobodne ochładzanie rury.  
Rury miedziane w instalacjach wody pitnej nie mogą być gięte na gorąco do wymiarów 28 mm (włącznie).

Gięcie rur stalowych

Rury ze stali nierdzewnej oraz stali węglowej mogą być gięte na zimno w pewnych granicach   
z wykorzystaniem odpowiednich narzędzi gnących. Należy przy tym pamiętać o promieniu gięcia mierzonym w neutralnej osi łuku. Dla rur wykonanych ze stali nierdzewnej i ze stali węglowej  minimalny promień gięcia wynosi zwykle r = 3,5 x dz. Należy również zagwarantować, aby po wygięciu pozostał wystarczająco długi, cylindryczny odcinek rury przeznaczony do dalszej obróbki. W zależności od zaleceń producentów rury stalowe mogą być gięte na zimno do wymiaru 28 mm. Gięcie na ciepło rur ze stali szlachetnej i rur ze stali węglowej nie jest dopuszczalne.

Gięcie rur wielowarstwowych PE

Rury wielowarstwowe typu PEX i PE-RT można giąć za pomocą ręcznych giętarek. Jest to proces dość prosty i szybki do wykonania, co jest niewątpliwą zaletą tych rur używanych powszechnie do układania pętli ogrzewania podłogowego.  
W zależności od zastosowanego procesu gięcia nie można przekraczać minimalnego promienia gięcia.   
W tym przypadku wynosi on:  
\* dla giętarek mechanicznych r = 2 \* d  
\* dla giętarek ręcznych r = 5 \* d.  
Zawsze należy zapewnić odcinek prosty na długości co najmniej 1 x d (średnica zewnętrzna), za miejscem wygięcia.  
Dopuszczalne promienie gięcia dla rur wielowarstwych.

Giętarki

Oferta rynkowa tego typu narzędzi jest bardzo bogata. Przy wyborze odpowiedniej giętarki należy kierować się nie tylko atrakcyjną ceną, ale również wziąć pod uwagę parametry techniczne. Każdy z producentów precyzyjnie określa zakres pracy i zastosowania swoich narzędzi. Najmniejszą giętarką ręczną jest giętarka służąca do gięcia miękkich rur miedzianych o średnicach od DN 6 do DN 12. Wytwarzane przez różnych producentów giętarki różnią się szczegółami i dostosowane są do gięcia rur o średnicy od DN 6 do DN 22   
i kątach od 0 do 180o. Elementem wymiennym, zależnie od średnicy giętej rury, jest tylko foremnik, tzw. kamień. W niektórych konstrukcjach giętarek zamiast rolki dociskowej stosowane są ślizgowe klocki płaskie lub profilowe, odrębne dla każdej średnicy rury, wykonane z poliamidu o składzie zapewniającym małe tarcie. Korzystną cechą konstrukcji powyższych giętarek jest ich łatwy montaż i demontaż. Giętarki prefabrykacyjne z ręcznym lub mechanicznym napędem stosowane są na ogół tylko przy dużych budowach lub w zakładach prefabrykacji. Produkowane są najczęściej z wyposażeniem przeznaczonym do gięcia od 0 do 180o rur miedzianych DN 12 do DN 54. Występują także giętarki prefabrykacyjne z tzw. wleczonym rdzeniem kulowym, zabezpieczającym przed owalizacją rury w obszarze gięcia. Napęd giętarki jest ręczny – poprzez dźwignię obrotu foremnika (kamienia). Produkowane są najczęściej w dwóch wielkościach: jako jedno- i dwumetrowe. Oznacza to, że możliwe jest wykonanie na nich łuków w różnych płaszczyznach na odcinku od 1,0 do 2,0 m. Przy zamawianiu wyposażenia do tych giętarek niezbędne jest precyzyjne określenie średnic zewnętrznych i grubości ścianek obrabianych rur. Producent dobiera wówczas właściwe foremniki zewnętrzne i wewnętrzne oraz średnicę wleczonego rdzenia. Do bardzo dokładnego gięcia rur, w szczególności rur stalowych, można wykorzystać profesjonalne giętarki mechaniczne, trójrolkowe. W tym przypadku mamy zagwarantowaną regulację gięcia za pomocą rolki górnej i dokładną skalę milimetrową do kontroli górnej rolki. Giętarki takie są zwykle wyposażone w wymienne walce do gięcia: walce hartowane do rur stalowych i walce w powłoce teflonowej do rur ze stali nierdzewnej.

Jak widać, gięcie rur to czynność szeroko stosowana, ale też dość wymagająca, a w pewnych zakresach nieco ograniczona i nie zawsze uzasadniona. W przypadku, kiedy nie ma możliwości dopasowania przewodów do potrzeb instalacji poprzez ich wygięcie, producenci łączników instalacyjnych przygotowali szeroką gamę swoich produktów. Można z niej skorzystać szczególnie w przypadkach zachowania jak najmniejszych odległości montażowych, powtarzalności elementów i czasu montażu. Jarosław Czapliński

Źródło: <https://www.instalator.pl/2016/06/instalacje-wewnetrzne-w-praktyce-zgieta-rura/>

**Lekcja 18**

**Temat:** Piłowanie i wiercenie

**W tej lekcji trzeba przerysować rysunki, a tekst można skrócić.**

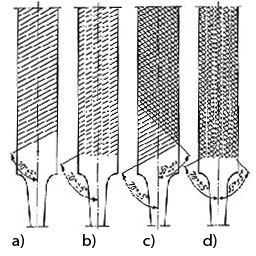
Piłowaniem nazywa się skrawanie niewielkiej warstwy materiału z obrabianej powierzchni. Czynność tę wykonuje się przy pomocy pilników. Ich pozycja, mimo zawrotnej kariery różnego rodzaju elektronarzędzi   
i możliwości zastąpienia mozolnego piłowania szlifowaniem, frezowaniem czy też struganiem, wydaje się niezagrożona. Te proste ręczne narzędzia w pewnych okolicznościach nadal są nie do zastąpienia.

**Budowa pilników**

Budowa pilników nie jest skomplikowana. Składają się one z części roboczej i rękojeści. Na części roboczej są gęsto nacięte ostrza. Zarys ostrzy zależy od metody ich kształtowania. Mogą one powstawać poprzez frezowanie (rzadziej) lub wygniatanie narzędziem zwanym wycinakiem (częściej). Nacięcia w zależności od rodzaju pilnika przyjmują różne kształty. Mogą one

być nachylone w jedną stronę, rozstawione ukośnie lub falisto względem osi pilnika. Przyglądając się bliżej tym nacięciom (rys. 1.), można wyróżnić cztery podstawowe typy:

* z nacięciami jednorzędowymi (rys. 1a),
* z jednokierunkowymi nacięciami wielorzędowymi (rys. 1b),
* z dwukierunkowymi nacięciami jednorzędowymi (rys. 1c),
* z wielokierunkowymi nacięciami wielorzędowymi (rys. 1d).



Nacięcia jednokierunkowe wykonane są w równych odstępach, a kąt ich pochylenia w stosunku do osi pilnika wynosi 70o. Istnieją jeszcze płaskie pilniki z nacięciami łukowymi, ale spotyka się je bardzo rzadko.  
Nacięcia krzyżowe rozpoczyna się od nacięć pomocniczych wykonanych pod kątem 55o (±5o). W następnej kolejności wykonuje się nacięcia główne (górne) pod kątem 70o (±5o). Odstęp między nacięciami określa się poprzez podanie tzw. podziałki [t]. Jest ona mierzona wzdłuż osi pilnika i wyraża się ją w mm. Podziałka określa liczbę ząbków [n] na długości 10 mm. Podziałka nacięć pomocniczych jest zazwyczaj o 10% większa od podziałki nacięć głównych. Dzięki takiemu zabiegowi linie krzyżowania nacięć układają się ukośnie w stosunku do osi pilnika, co zabezpiecza powierzchnie piłowane przed powstawaniem podłużnych rys i w końcowym efekcie pozwala na osiągnięcie większej gładkości powierzchni.

Podziałka jest podstawą klasyfikacji pilników i umożliwia dobór właściwego pilnika w zależności od wymaganej gładkości powierzchni. Poszczególnym numerom pilników odpowiadają ich nazwy według następującego porządku:

* nr 0 – zdzierak,
* nr 1 – równiak,
* nr 2 – półgładzik,
* nr 3 – gładzik,
* nr 4 – podwójny gładzik,
* nr 5 – jedwabnik.

Decydujący wpływ na gładkość obrabianych powierzchni ma wielkość podziałki. Dla jedwabników zawiera się ona w zakresie od 0,2 do 0,16 mm, dla gładzików od 0,3 do 0,25 mm, dla równiaków od 0,7 do 0,38 mm i dla zdzieraków od 2,5 do 0,8 mm. W przypadku pilników krzyżowych pod uwagę bierze się liczbę nacięć głównych. Ogólnie można stwierdzić, że liczba nacięć jest tym większa, im wyższy jest numer pilnika. Zdzieraki posiadają 10–15 nacięć na długości 10 mm, półgładziki 15–25, a gładziki 25–80 nacięć. Liczba nacięć jest również zależna od długości pilnika i zmniejsza się wraz ze wzrostem ich długości. Osobną grupę stanowią pilniki igiełkowe, służące do piłowania wykańczającego z dużą dokładnością małych powierzchni. Pilniki igiełkowe mają małe wymiary, pozbawione są rękojeści, a ich nacięcia są bardzo drobne. Pilniki o dużych przerwach międzyzębnych nazywane są tarnikami.

Biorąc pod uwagę kształt przekroju poprzecznego, rozróżnia się następujące pilniki: płaskie, kwadratowe, trójkątne, okrągłe, półokrągłe, nożowe, owalne, soczewkowe i mieczowe. Rękojeści mogą być wykonane z drewna lub z tworzywa sztucznego. Rękojeści drewniane mocuje się na wcisk, natomiast rękojeści z tworzywa sztucznego osadza się poprzez wkręcanie lub skurczowo. Niektóre z firm oferują pilniki z rękojeściami wykonanymi z tworzywa dwojakiego rodzaju, w tym z miękkiego elastomeru. Są to ergonomiczne rękojeści pozwalające na pewny chwyt. Niekiedy rękojeści przybierają asymetryczny kształt. Ułatwia to szybkie rozpoznawanie roboczej strony narzędzia. Pilniki ślusarskie mają najczęściej długość 300 mm, tarniki – około 150 mm, natomiast pilniki igiełkowe poniżej 100 mm. Do wykonania pilników używa się stali płytko się hartującej o zawartości węgla 0,95%. Jest to stal węglowa narzędziowa N12E. Ten rodzaj stali pozwala uzyskać w czasie hartowania twardą powierzchnię, przy jednoczesnym zachowaniu plastycznego rdzenia.

**Rodzaje pilników**

Pilniki do metalu są wytwarzane zarówno jako pilniki płaskie, jak i kształtowe. Służą do piłowania zgrubnego, dokładnego i wykańczającego. Zwykle wytwarza się je z trzema rodzajami nacięć powierzchni roboczej. Pilniki z nacięciami podwójnymi (krzyżowe) służą do obróbki stali, żeliwa, mosiądzu, a także twardego drewna i tworzyw sztucznych. Pilniki z pojedynczymi nacięciami służą do obróbki nieco delikatniejszych powierzchni, a także do ostrzenia pił. Pilniki z nacięciami krzywoliniowymi poleca się do obróbki materiałów ciągliwych, blach itp. Wraz ze wzrostem liczby ząbków na długości 10 mm proporcjonalnie zwiększa się dokładność piłowania. Takimi pilnikami można również obrabiać wyroby ze stali o podwyższonej jakości. Aby osiągnąć odpowiednią twardość części roboczej, pilniki ślusarskie poddawane są procesom obróbki cieplno-chemicznej. Podczas hartowania indukcyjnego osiąga się twardość 66 HRC.

Tarniki są stosowane w obróbce drewna, tworzyw sztucznych, płyt wiórowych i gumy. Narzędzia te charakteryzują się dość dużą podziałką i specjalnym stożkowym kształtem zębów. Wielkość zębów i ich gęstość decyduje o tym, czy są to narzędzia do obróbki zgrubnej, czy wykańczającej. Tarniki kształtowe służą do obróbki otworów. Ponieważ tarniki obrabiają niezbyt twarde powierzchnie, ich części robocze hartuje się do nieco mniejszej twardości, a mianowicie do około 56 HRC. Pilników igiełkowych używa się do precyzyjnych prac wykończeniowych drobnych przedmiotów. Części robocze tych pilników mogą mieć kształty o profilach: kwadratowym, trójkątnym, kołowym, soczewkowym, nożowym itd. Pilniki te są hartowane do 68 HRC. Niekiedy można spotkać takie pilniki igiełkowe, których powierzchnia, zamiast nacięć, jest pokryta pyłem diamentowym. Takie narzędzia pozwalają obrabiać przedmioty wykonane   
z hartowanej stali czy szkła.

Bywają również pilniki w specjalnych wykonaniach. Do takich narzędzi należą narzędzia nieiskrzące, wykonane ze specjalnych stopów brązu. Są one przeznaczone do wykonywania prac w atmosferze grożącej wybuchem.

**Dobór pilników**

Dobór odpowiedniego pilnika zależy od wielkości obrabianego przedmiotu, rodzaju piłowania i rodzaju obrabianego materiału. Duże przedmioty ze znacznym naddatkiem na obróbkę należy obrabiać za pomocą zdzieraka. Nadają się one świetnie do wstępnego piłowania twardej powłoki, np. odlewów, dużych odkuwek i rur itp. Pilniki równiaki należy stosować do wstępnego piłowania płaszczyzn, natomiast płaskie półgładziki i gładziki – do wygładzania płaszczyzn. Do wykańczania powierzchni stosuje się jedwabniki. Pilnikami płaskimi można również obrabiać powierzchnie sferyczne. Do obróbki otworów kwadratowych   
i prostokątnych używa się pilników o przekroju kwadratowym. Do obróbki wstępnej stosuje się równiaki,   
a do wykończenia gładziki. Otwory w kształcie trójkąta lub elementy posiadające płaszczyzny zbiegające się pod ostrym kątem obrabia się pilnikami trójkątnymi. Jak już wcześniej zostało wspomniane, te same pilniki są wykorzystywane do ostrzenia pił. Do obróbki wąskich rowków i krawędzi o ostrych kątach służą pilniki mieczowe lub nożowe. Otwory okrągłe i półokrągłe obrabia się pilnikami okrągłymi, natomiast powierzchnie krzywe i wklęsłe – pilnikami owalnymi, soczewkowymi lub półokrągłymi. W każdym przypadku od rodzaju obróbki będzie zależeć typ pilnika.

**Zasady używania pilników**

Warunkiem uzyskania odpowiednio dokładnej powierzchni jest opanowanie właściwej techniki piłowania. Decyduje ona o dokładności obróbki, nie bez znaczenia pozostaje również dla wydajności pracy. Pilnik ślusarski należy trzymać oburącz. Prawa ręka trzyma za rękojeść, a lewa ujmuje koniec pilnika między kciuk i palec wskazujący. Pilnik powinien wykonywać ruch roboczy tylko w kierunku do przodu. Dlatego w czasie piłowania nacisk na narzędzie powinno się wywierać tylko w tym kierunku. Przy ruchu powrotnym nacisk nie jest już potrzebny. Piłowanie powinno wykonywać się ciągłymi i równomiernymi ruchami oraz całą długością pilnika. Nacisk na pilnik reguluje się w zależności od kształtu obrabianej powierzchni i zmiany położenia pilnika. Równomiernemu ruchowi rąk powinno towarzyszyć lekkie wahanie się całego tułowia, połączone z uginaniem lewej nogi, na którą cyklicznie powinien być przenoszony ciężar całego ciała. Szybkość piłowania wynosi zwykle około 50 do 60 ruchów w ciągu minuty.

Piłowanie wykańczające charakteryzuje się nieco inną techniką pracy. Tułów ślusarza powinien pozostawać wówczas nieruchomy. Ruchy robocze wykonują tylko ręce. Wygodnie jest wówczas zmienić sposób trzymania pilnika. Trzy środkowe palce lewej ręki powinny dociskać koniec pilnika, podczas gdy prawą ręką bez zmian trzyma rękojeść. W czasie używania pilników kategorycznie nie wolno dopuszczać do zatłuszczenia ich powierzchni roboczej. Należy również unikać dotykania tej powierzchni zabrudzonymi rękoma. W przypadku zatłuszczenia pilnika należy jego powierzchnię roboczą przetrzeć w kierunku poprzecznym kawałkiem węgla drzewnego, a następnie oczyścić ją drucianą szczotką. Należy pamiętać   
o tym, by nie rzucać pilników jeden na drugi lub na inne narzędzia. Można w ten sposób łatwo doprowadzić do stępienia ich krawędzi. Rzucanie pilnikiem z dużej wysokości grozi jego pęknięciem, a nawet złamaniem. Do szybkiego stępienia pilnika może się przyczynić pył pochodzący z tarcz szlifierskich, dlatego należy pilniki przed nim chronić. Nie mniej groźna dla pilników jest woda lub wilgoć. W takiej atmosferze mogą one szybko ulec korozji i zniszczeniu. Usuwając grubsze warstwy materiału, należy najpierw posługiwać się zdzierakiem, a gładzika używać tylko do wykończenia powierzchni. Nie zaleca się piłowania przedmiotów hartowanych, gdyż bardzo szybko tępią pilniki. Do pracy należy używać tylko takich pilników, które posiadają rękojeści umocowane w pewny sposób. Nie powinno się stosować gładzików do piłowania miękkich metali, gdyż zęby pilnika ulegną wówczas szybkiemu zalepieniu. Wszystkie pilniki należy regularnie czyścić za pomocą drucianej szczotki.

Właściwe zamocowanie obrabianego przedmiotu jest podstawowym warunkiem uzyskania odpowiedniego efektu piłowania. Główną zasadą mocowania jest to, by przedmiot podczas obróbki pozostawał nieruchomy. Przedmioty, których gabaryty na to pozwalają, mocuje się w imadłach. Większe elementy przytwierdza się do stołu warsztatowego specjalnymi zaciskami. Duże i ciężkie przedmioty można obrabiać bez specjalnego mocowania. Z kolei przedmioty drobne mocuje się w ręcznych imadełkach. Ułatwia to operowanie nimi podczas obróbki. Mocując cienkie blachy, należy zadbać o to, by podczas piłowania zabezpieczyć je przed zbędnym drganiem. Należy pamiętać o specjalnym mocowaniu przedmiotów wykonanych z miękkich materiałów lub posiadających już obrobioną powierzchnię. Tego rodzaju przedmioty w imadłach mocuje się z dużą ostrożnością, używając do tego celu specjalnych drewnianych nakładek. Tylko przedmioty o nieobrobionych powierzchniach można mocować bezpośrednio w szczękach imadła. Cienkie płytki układa się do piłowania na drewnianej płycie i mocuje do niej drewnianymi kołkami. Powierzchnie piłuje się wówczas razem z tymi kołkami. Piłując zgrubnie większe płaszczyzny, stosuje się piłowanie krzyżowe. Polega to na piłowaniu płaszczyzny pod kątem 30–45° do osi imadła raz z jednej, a następnie z drugiej strony imadła. Podczas piłowania zaleca się często sprawdzać nierówność i chropowatość obrabianej płaszczyzny. Sprawdzanie nierówności musi się odbywać w kilku różnych kierunkach.

**Wiercenie**

**Operacje wiertarskie**

***Wiercenie, powiercanie, rozwiercanie i pogłębianie - teoria i definicje***

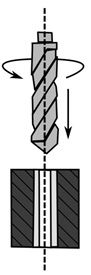
Wyżej wymienione operację są procesami obróbki otworów wykonywanymi głównie na obrabiarkach z grupy wiertarek.

Wiercenie może odbywać się za pomocą różnych wierteł w różnych materiałach np. w :

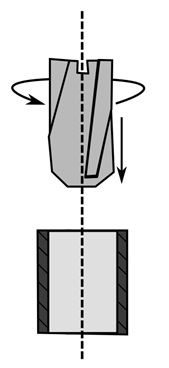
metalach, tworzywach sztucznych, drewnie, betonie, kamieniu, żelbecie.

**Wiercenie**- najczęściej stosowany sposób wykonywania otworów. Jest to sposób wykonywania otworów w pełnym materiale, wykorzystując **wiertło**. Otwory mogą być wykonywane w pojedynczej operacji lub w kilku etapach. W przypadku wykonywania otworu w kilku etapach, pozostawia się odpowiedni naddatek materiału do dalszej obróbki. Otwory wykonywane tylko w operacji wiercenia cechują się małą dokładnością wymiarowo-kształtową (IT10- IT14) i dużą chropowatością powierzchni. Jest to spowodowane trudnościami w oddzieleniu warstwy skrawanej od obrabianego detalu - ze względu na chowanie się wiertła w materiale i trudności z odprowadzaniem wióra podczas wiercenia. Podczas wiercenia w pełnym materiale aż pięć krawędzi skrawających wykonuje pracę. Są to dwie krawędzie główne, dwie pomocnicze i ścian.

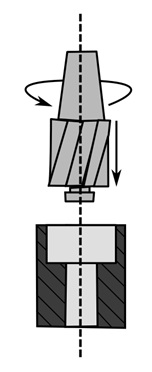
**Powiercanie** – wykonuje się tylko i wyłącznie w celu **powiększenia średnicy** wcześniej wywierconego otworu. Ze względu na powstawanie dużych sił podczas wiercenia i problemów z odprowadzaniem ciepła i wiórów - zdecydowanie łatwiej nam najpierw wykonać otwór o mniejszej średnicy a następnie go **powiercić.**Operacja ta nie ma na celu poprawy dokładności wymiarowej lub pomniejeszenia chropowatości. W operacjach powiercających nie ma też możliwości poprawy np. złego umiejscowienia otworu lub jego osiowości.

  
Operacja powiercania

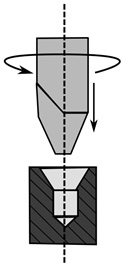
**Rozwiercanie**– jest to operacja, która można wykonywać po operacji wiercenia lub powiercania. Ma na celu tylko poprawę lub zwiększenie dokładność i wymiarowo - kształtowej wykonanych wcześniej otworów. Operacja ta nie zniweluje wcześniej popełnionych innych błędów obróbczych. Można wyróżnić rozwiercanie zgrubne i wykańczające. Przed operacją rozwiercania należy pamiętać o zostawieniu odpowiednio małego naddatku materiału na tą operację. Dzięki zastosowaniu rozwiertaków jesteśmy w stanie uzyskać dokładności wymiarowo - kształtowe na poziomie IT 9-11 (dla zgrubnego) i IT 6-9 (wykończeniowe) oraz chropowatości powierzchni Ra = 2,5 – 5 μm (zgrubne) i Ra < 2,5 μm (wykończeniowe).

  
Operacja rozwiercania

**Pogłębianie** – polega na powiększeniu średnicy otworu na pewnej jego głębokości. Możemy wyróżnić pogłębianie walcowe oraz stożkowe. Po co? W większości przypadków w celu schowania łba śruby - rysunek poniżej.

  
Operacja pogłębiania

**Nawiercanie**– tą operacją wykonuję się otwór o stosunkowo małym stosunku średnicy do jego głębokości np. w celu oznaczenia miejsca, w którym będzie wykonywana operacja wiercenia i poprawy początkowego prowadzenia wiertła. W operacji nawiercania wykonuje się również nakiełki.

  
Operacja nawiercania

***Podział kinematyczny wiercenia***

W większości odmian wiertarek zarówno ruch głównym, jak i ruch posuwowy wykonuje narzędzie. Ruch główny jest ruchem obrotowym - ruch posuwowy prostoliniowym. Każde z narzędzi stosowane w poszczególnych przypadkach, ma inną budowę oraz usuwa różny naddatek materiału. W praktyce stosuje się dwie odmiany kinematyczne wiercenia:

* **wiercenie pionowe**– wiercenie narzędziem wykonującym jednocześnie ruch obrotowy i posuwowy, przy nieruchomym przedmiocie obrabianym.
* **wiercenie poziome**– wiercenie narzędziem wykonującym tylko prostoliniowy ruch posuwowy, ruch główny obrotowy wykonuje przedmiot obrabiany, stosowana do głębokich otworów i na tokarkach.

**Podział wiertarek**

**Wiertarki ręczne**

**Wiertarki ręczne elektryczne**

**Wiertarki ręczne elektryczne z udarem mechanicznym**

**Wiertarki ręczne elektryczne z udarem pneumatycznym (młotki udarowo obrotowe)**

**Wiertarki stołowe**

**Wiertarki słupowe**

**Wiertarki stojakowe**

**Źródło:**

[](https://portalnarzedzi.pl/)

**Lekcja 19**

**Temat:** Lutowanie

**Tekst można skrócić.**

Lutowanie jest procesem trwałego łączenia metali poprzez dodanie stopu lutowniczego, który topi się powyżej 450° C (**lutowanie** **twarde**) lub poniżej tej temperatury (lutowanie miękkie), przy oddziaływaniu efektu kapilarnego. Efekt ten jest opisywany jako siła, dzięki której szczelina lutownicza jest penetrowana przez płynny lut. Główną zaletą podziału na **lutowanie twarde**i miękkie jest możliwość łączenia materiałów o różnej temperaturze topnienia i grubości. Równocześnie – dzięki stosunkowo niskiej temperaturze procesu – zostają zachowane geometryczne i fizyczne właściwości materiału.

Proces lutowania związany jest z pojęciem kapilarności, która jest zjawiskiem penetrowania szczeliny lutowniczej przez stopiony lut. W celu prawidłowego wypełnienia szczeliny powinny zostać rozważone zarówno właściwości metalu podstawowego, jak i stopu lutowniczego. Odpowiednia wielkość szczeliny lutowniczej musi być zachowana przy danej temperaturze lutowania.

## Zalety i możliwości lutowania

**Do wielu zalet metody lutowania, które przekładają się na jej powszechne stosowanie w wielu gałęziach przemysłu, należą:**

* szeroki zakres temperatur procesu,
* zróżnicowanie umożliwiające uzyskanie połączeń o określonych właściwościach,
* możliwość łączenia większości metali i stopów,
* możliwość uzyskiwania połączeń o wysokiej estetyce,
* możliwość uzyskiwania połączeń o wytrzymałości w niektórych przypadkach zbliżonej do wytrzymałości łączonych materiałów,
* możliwość wykonywania konstrukcji złożonych z wielu połączeń w ramach jednej operacji,
* łatwość i prostota automatyzacji,
* możliwość wytwarzania złożonych konstrukcji,
* możliwość łączenia metali ze szkłem, porcelaną i ceramiką,
* duża ekonomiczność procesu,
* możliwość łączenia materiałów trudno zwilżalnych.

## Etapy procesu lutowania:

**Lutowanie materiałów wymaga:**

* ukształtowania i oczyszczenia powierzchni łączonych części,
* nagrzania ich do temperatury wyższej o 30-500 C od temperaturze topnienia lutu,
* nałożenia topnika, roztopienia lutu i wprowadzenia go między łączone powierzchnie,
* wzajemnej adhezji i dyfuzji,
* skrzepnięcia i ochłodzenia lutowiny.

W praktyce poszczególne etapy przeważnie się zazębiają, a niekiedy niektóre z nich przebiegają równocześnie (np. nagrzewanie części i topienie lutu).

Trwałość lutowanego połączenia w dużym stopniu zależy od przylegania lutu do połączonych powierzchni, co z kolei jest uzależnione od zdolności zwilżania, tj. zdolności pokrywania powierzchni lutowanych części cienką, równomierną i nieprzerwaną powłoką ciekłego spoiwa. Warunkiem zwilżania jest, by siły przyciągania między cząsteczkami ciekłego lutu a cząsteczkami lutowanych metali (zw. siłami adhezji) były większe od sił spójności pomiędzy cząsteczkami ciekłego lutu (zw. siłami kohezji). Jak widać, **lutowanie twarde**i lutowanie miękkie (**luty miękkie**), to procesy, których przeprowadzenie wymaga dużej wiedzy specjalistycznej.

Filmik lutowanie miękkie:

<https://www.bing.com/videos/search?q=lutowanie+mi%c4%99kkie+rur+miedzianych&&view=detail&mid=7FD16D9FBED97CAB410E7FD16D9FBED97CAB410E&&FORM=VRDGAR&ru=%2Fvideos%2Fsearch%3Fq%3Dlutowanie%2520mi%25C4%2599kkie%2520rur%2520miedzianych%26qs%3DAS%26form%3DQBVDMH%26sp%3D3%26ghc%3D1%26pq%3Dlutowanie%2520mi%25C4%2599kkie%26sk%3DAS2%26sc%3D8-17%26cvid%3D8FCECEC71D2B48DE93472C951BE1DCB6>

Filmik lutowanie twarde:

<https://www.bing.com/videos/search?q=zaciskanie+rur+miedzianych&&view=detail&mid=340FC4DC03DA021C749E340FC4DC03DA021C749E&&FORM=VDRVRV>

Źródło: <https://lut-spaw.com.pl/portfolio/proces-lutowania/>

**Lekcja 20**

**Temat:** Zaciskanie

Zaciskanie polega na łączeniu rur i złączek różnymi metodami:

Zaciskanie przez skręcanie za pomocą kluczy monterskich filmiki:

<https://www.bing.com/videos/search?q=zaciskanie+rur+miedzianych&&view=detail&mid=0C26D2DAEC63C885AEB80C26D2DAEC63C885AEB8&&FORM=VDRVRV>

<https://www.bing.com/videos/search?q=z%c5%82%c4%85czki+samozaciskowe+do+instalacji+wodnej&ru=%2fvideos%2fsearch%3fq%3dz%25C5%2582%25C4%2585czki%2520samozaciskowe%2520do%2520instalacji%2520wodnej%26qs%3dSC%26form%3dQBVDMH%26sp%3d1%26pq%3dz%25C5%2582aczki%2520samzaciskowe%26sc%3d1-20%26cvid%3dF2E890BCD1A4421688FF7EA8C83861F4&view=detail&mid=E0587DD8B7DF81DECFCEE0587DD8B7DF81DECFCE&&FORM=VDRVRV>

<https://www.bing.com/videos/search?q=z%c5%82%c4%85czki+samozaciskowe+do+instalacji+wodnej&ru=%2fvideos%2fsearch%3fq%3dz%25C5%2582%25C4%2585czki%2520samozaciskowe%2520do%2520instalacji%2520wodnej%26qs%3dSC%26form%3dQBVDMH%26sp%3d1%26pq%3dz%25C5%2582aczki%2520samzaciskowe%26sc%3d1-20%26cvid%3dF2E890BCD1A4421688FF7EA8C83861F4&view=detail&mid=C9BA57709B289B844E09C9BA57709B289B844E09&&FORM=VDRVRV>

Zaciskanie zaciskarką osiową filmik:

<https://www.bing.com/videos/search?q=zaciskanie+rur++osiowe&&view=detail&mid=A62D03B0981F72DC7140A62D03B0981F72DC7140&&FORM=VRDGAR&ru=%2Fvideos%2Fsearch%3Fq%3Dzaciskanie%2520rur%2520%2520osiowe%26qs%3Dn%26form%3DQBVDMH%26sp%3D-1%26pq%3Dzaciskanie%2520rur%2520osiowe%26sc%3D0-21%26sk%3D%26cvid%3D32AB2A64E13F4AFBA1062C6C86CDC349>

Zaciskanie zaciskarką promieniową filmik: <https://www.bing.com/videos/search?q=zaciskanie+rur+miedzianych&&view=detail&mid=140E1E2BC30063E13F76140E1E2BC30063E13F76&rvsmid=D500114B28AB2BF05770D500114B28AB2BF05770&FORM=VDQVAP>

<https://www.bing.com/videos/search?q=zaciskanie+rur+miedzianych&&view=detail&mid=D4498FE3F1D29DDC7AC8D4498FE3F1D29DDC7AC8&&FORM=VDRVRV>

Samo zaciskanie w złączce

<https://www.bing.com/videos/search?q=z%c5%82%c4%85czki+samozaciskowe+do+instalacji+wodnej&&view=detail&mid=B90A142098D0676516FDB90A142098D0676516FD&&FORM=VRDGAR&ru=%2Fvideos%2Fsearch%3Fq%3Dz%25C5%2582%25C4%2585czki%2520samozaciskowe%2520do%2520instalacji%2520wodnej%26qs%3DSC%26form%3DQBVDMH%26sp%3D1%26pq%3Dz%25C5%2582aczki%2520samzaciskowe%26sc%3D1-20%26cvid%3DF2E890BCD1A4421688FF7EA8C83861F4>

**Lekcja 21**

**Temat:** Zgrzewanie

Łączenie dwóch materiałów za pomocą temperatury dostarczanej do połączenia różnymi metodami:

- podgrzewanie

Rury z PP kielichowe

<https://www.bing.com/videos/search?q=zgrzewanie+rur+pp-r&ru=%2fsearch%3fq%3dzgrzewanie%2brur%2bpp-r%26qs%3dAS%26pq%3dzgrzewanie%2brur%26sk%3dAS1%26sc%3d8-14%26cvid%3d6B469829E50843E7B53582716A6F3944%26FORM%3dQBRE%26sp%3d2&view=detail&mid=0535E80B7B98E27151C40535E80B7B98E27151C4&&mmscn=vwrc&FORM=VDRVRV>

Rury PE doczołowe

<https://www.bing.com/videos/search?q=zgrzewanie+rur+pe&docid=608019750727386801&mid=30E463244E93DC6CCA3730E463244E93DC6CCA37&view=detail&FORM=VIRE>

Rury PE elektrooporowe

<https://www.bing.com/videos/search?q=zgrzewanie+rur+pe+elektrooporowe&ru=%2fvideos%2fsearch%3fq%3dzgrzewanie%2520rur%2520pe%2520elektrooporowe%26qs%3dn%26form%3dQBVDMH%26sp%3d-1%26pq%3dzgrzewanie%2520rur%2520pe%2520elektrooporowe%26sc%3d0-32%26sk%3d%26cvid%3dE725D929B3DB47D7814AA9429A568B8A&view=detail&mid=5269C71617D565780B985269C71617D565780B98&&FORM=VDRVRV>

blachy

<https://www.bing.com/videos/search?q=zgrzewanie+punktowe&&view=detail&mid=9A85B829ECC10B6E6F939A85B829ECC10B6E6F93&rvsmid=D259EAE9660E245F0CE0D259EAE9660E245F0CE0&FORM=VDRVRV>

- tarcie

<https://www.bing.com/videos/search?q=zgrzewanie+tarciowe&&view=detail&mid=24021B5A5AFBFEA2F27524021B5A5AFBFEA2F275&&FORM=VRDGAR&ru=%2Fvideos%2Fsearch%3Fq%3Dzgrzewanie%2520tarciowe%26qs%3DAS%26form%3DQBVDMH%26sp%3D2%26pq%3Dzgrzewanie%2520tarciowe%26sk%3DHS1%26sc%3D4-19%26cvid%3D585CB467430F4BABB10A6660F90E57D3>

- indukcja

<https://www.bing.com/videos/search?q=zgrzewanie+indukcyjne&&view=detail&mid=3FAC87A9F6DE1892C2033FAC87A9F6DE1892C203&&FORM=VRDGAR&ru=%2Fvideos%2Fsearch%3Fq%3Dzgrzewanie%2520indukcyjne%26qs%3DSC%26form%3DQBVDMH%26sp%3D1%26pq%3Dzgrzewanieindukcyjne%26sc%3D3-20%26cvid%3D3B590D42FFE64D029A3D31D41D63F0F1>

**Lekcja 22**

**Temat: Przepisy bhp**

<https://www.bing.com/videos/search?q=bhp++instalacje+sanitarne&&view=detail&mid=F4B3C1C686ECE731EFB3F4B3C1C686ECE731EFB3&&FORM=VRDGAR&ru=%2Fvideos%2Fsearch%3Fq%3Dbhp%2520%2520instalacje%2520sanitarne%26qs%3Dn%26form%3DQBVR%26sp%3D-1%26pq%3Dbhp%2520instalacje%2520sanitarne%26sc%3D0-24%26sk%3D%26cvid%3D8DAE65D932A248E8B742830FFE6A6A9A>

**Lekcja 23**

**Temat:** Zadanie wodociągów i pojęcia podstawowe

**Sieć wodociągowa** – układ przewodów wodociągowych znajdujących się poza budynkami odbiorców, zaopatrujących w wodę ludność lub zakłady produkcyjne.

* rozgałęźna – znany jest kierunek przepływu wody, który odbywa się przez przewód tranzytowy, poniżej główna ilość wody płynie przez przewody magistralne, potem występują w tym układzie przewody rozdzielcze, położone na każdej ulicy, a do nich przyłączone domy. Wady - największe średnice są na początku, w razie awarii na którymś przewodzie magistralnym zostaje odłączona zasuwa, a za nią nie ma wody. Zalety - łączna długość przewodów jest niewielka.
* pierścieniowa zalety: jest ciągły obieg wody w sieci, gdy nastąpi awaria to zamyka się tylko pewien odcinek a w pozostałych miejscach będzie płynąć woda nieprzerwanie. Wady - łączna długość przewodów wodociągowych w sieci jest większa niż w rozgałężnym, jest nieznany kierunek przepływu wody.
* mieszane.

**Podział wodociągów**  
a) ze względu na zasięg terytorialny

* lokalne (obejmuje pojedyncze obiekty dom mieszkalny),
* centralny zaopatruje w wodę większą jednostkę osadnicza lub miejską,
* grupowy obejmuje kilka jednostek osadniczych, zakładów przemysłowych oddalonych od siebie,
* okręgowy zaopatruje duże obszary na których znajdują się miasta, zakłady przemysł, aglomeracje miejsko-przemysłowe, wiele jednostek osadniczych.
* wieloprzestrzenne – jednostka osadnicza, zgrupowanie przemysłu

b) według sposobu wykorzystania dyspozycyjnych zasobów wodnych

* ogólnego przeznaczenia (zaopatruje w wodę ludność i przemysł ze wspólnych źródeł za pośrednictwem tej samej sieci),
* pół-rozdzielczy (są 2 niezależne układy urządzeń wodociągowych dla oddzielnego pokrycia potrzeb komunalnych i potrzeb przemysł - woda o innej jakości),
* rozdzielczy (oddzielenie potrzeb komunalnych od przemysłowych),

c) ze względu na ciśnienie:

* ciśnieniowe (pompy),
* ciśnieniowo-grawitacyjne (wieża ciśnień),

d) według przepustowości (małe, średnie, duże),  
e) według kategorii:

* bez przerwy dostarcza wodę,
* pół godziny przerwy na wymianę transformatora,
* przerwy mogą być dłuższe.

**Lekcja 24**

**Temat:** Elementy wodociągu

**Systemy zaopatrzenia w wodę miast i aglomeracji miejsko-przemysłowej – podstawowe zagadnienia.**

System zaopatrzenia w wodę stanowi układ współdziałających elementów, których zadaniem jest zaopatrzenie w wodę odbiorców. W systemie zaopatrzenia występują elementy:

- ujęcia wody,

- pompownie I stopnia (przepompownie z ujęcia do stacji uzdatniania),

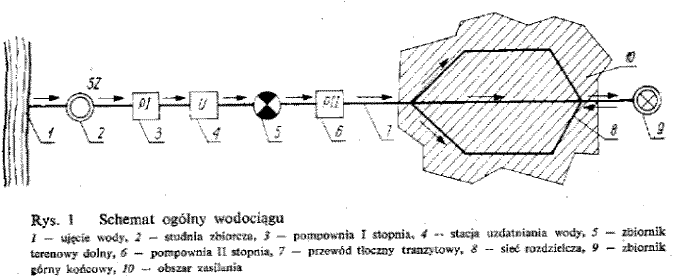
- zakłady uzdatniania wody (stacje uzdatniania wody),

- zbiorniki wody czystej uzdatnionej,

- pompownie II stopnia (przepompownie ze zbiornika do sieci),

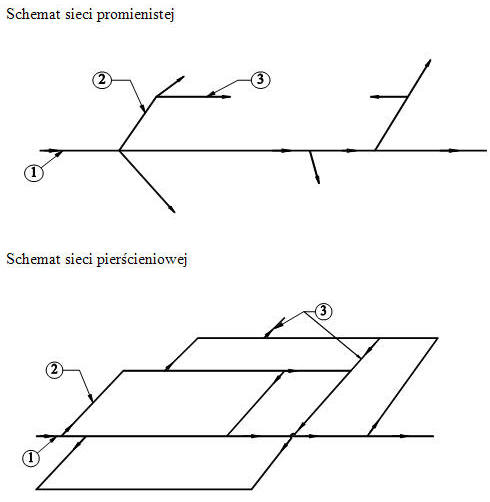
- zbiorniki wyrównawcze sieciowe,

- sieci przewodów wodociągowych.

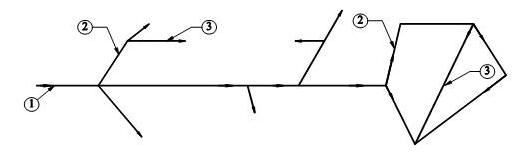
****

**Lekcja 25**

**Temat:** Schematy wodociągów



Schemat sieci mieszanej



Źródło: <http://instsani.pl/880/sieci-wodociagowe-2>