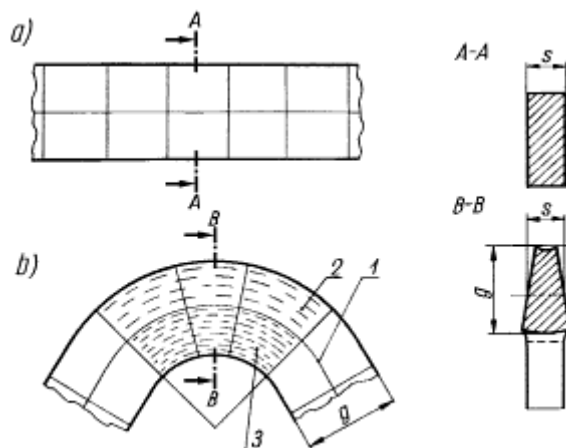


Metryczka	Opis/Treść
Tytuł kursu:	Techniki wytwarzania
Tytuł modułu:	Kształtowanie materiałów metodą gięcia i prostowania

KSZTAŁTOWANIE MATERIAŁÓW METODĄ GIĘCIA I PROSTOWANIA

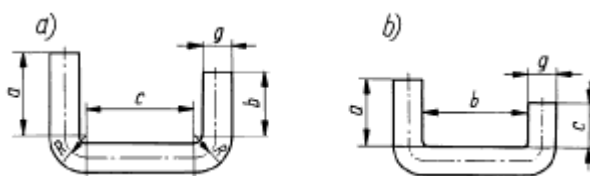
TREŚĆ

Gięcie jest procesem kształtowania przedmiotów z blach, prętów, kształtowników, drutów i rur polegającym na trwałym odkształceniu materiału pod wpływem momentu zginającego, bez naruszenia jego spójności materiału. Proces gięcia wiąże się z poddaniem przedmiotu giętego działaniu sił zewnętrznych i spowodowaniu zmiany jego kształtu.



Rys. 4.1. Proces gięcia: a) płaskownik przed gięciem, b) płaskownik po zgięciu.
[Górecki A.: Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych. WSiP, Warszawa, 2012]

Podczas zginania część włókien materiału (warstwy zewnętrzne 2) zostaje rozciągana, część (warstwy wewnętrzne 3) ściskana, natomiast włókna leżące w tzw. osi obojętnej (1) nie zmieniają swojej długości. Po wykonaniu procesu gięcia warstwy zewnętrzne pozostają wydłużone, a warstwy wewnętrzne pozostają skrócone. W celu ustalenia długości materiału wyjściowego, który ma być poddany gięciu należy brać pod uwagę długość warstwy obojętnej, czyli tej warstwy, która nie zmienia swojej długości podczas gięcia.



Rys. 4.2. Sposób określenia długości materiału wyjściowego do gięcia. a) gięcie z zaokrągleniem b) gięcie bez zaokrąglenia.

[Górecki A.: Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych. WSiP, Warszawa, 2012]

Długość materiału giętego określa się korzystając ze wzoru

$$L = a + b + c + 2 \cdot \frac{\pi \cdot R}{2}$$

W tym wzorze ostatni składnik określa długość materiału na zaokrąglenia.

Jeżeli gięcie będzie wykonywane bez zaokrąglenia to do określenia długości materiału należy skorzystać ze wzoru

$$L = a + b + c + 2 \cdot g/2.$$

Długość materiału wyjściowego przy gięciu bez zaokrąglenia jest sumą długości odcinków prostych oraz $\frac{1}{2}$ grubości materiału dla każdego zagięcia.

Proces gięcia realizowany może być:

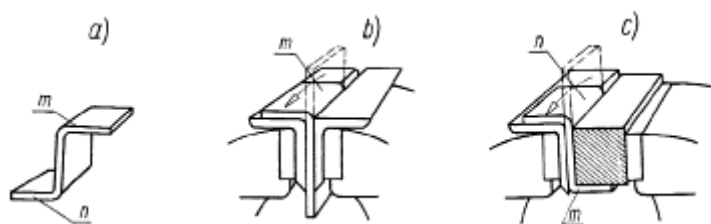
- na gorąco,
- na zimno.

Gięcie na gorąco stosuje się do materiałów grubych, które wymagają użycia bardzo dużych sił w celu wykonania gięcia. Podczas gięcia na gorąco materiał jest podgrzewany w celu zwiększenia jego plastyczności i dzięki temu nie jest konieczne użycie aż tak dużych sił w procesie gięcia.

Podczas gięcia na zimno materiału nie podgrzewa się, w przypadku dużych odkształceń lub gięcia elementów odpowiedzialnych po zakończeniu gięcia poddaje się przedmiot wyżarzaniu w celu usunięcia naprężeń powstałych w materiale podczas gięcia.

Technika gięcia.

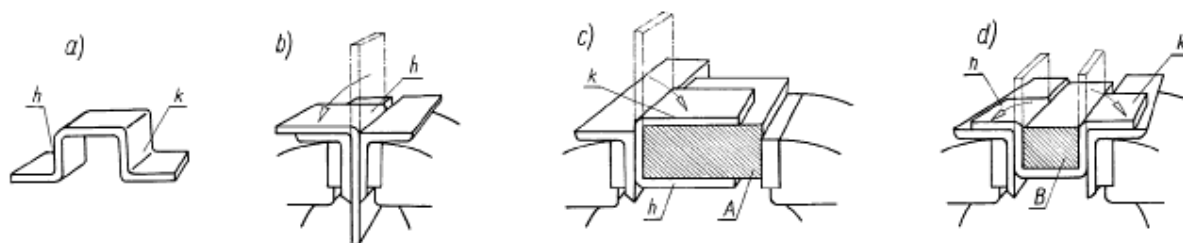
Gięcie płaskowników.



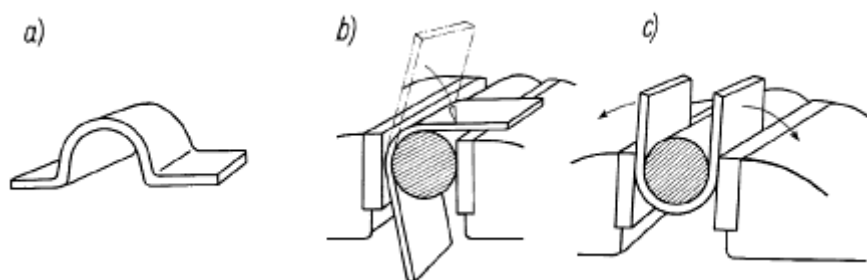
Rys. 4.3. Sposób wykonania gięcia kształtu Z. a) widok przedmiotu po gięciu, b) gięcie ramienia m , c) gięcie ramienia n .

[Górecki A.: Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych. WSiP, Warszawa, 2012]

Materiałem wyjściowym do wykonania przedmiotu o kształcie Z jest płaskownik o odpowiednio dobranej długości. Gięcie wykonuje się korzystając z imadła, pomocniczej kostki metalowej oraz młotka. Proces gięcia przedstawiony jest na rys 4.3. Płaskownik mocowany jest pomiędzy szczękami imadła jak na rysunku 4.3.b między dwoma kątownikami. Zastosowanie kątowników ma na celu ochronę szczęk imadła oraz zagwarantowanie kąta prostego zagięcia płaskownika. Po dokładnym zamocowaniu płaskownika wywierany jest nacisk na górną część płaskownika poprzez uderzanie młotkiem i odkształcenie płaskownika pod kątem 90° . Następnie zagięty płaskownik jest odmocowany i powtórnie zamocowany jak na rysunku 4.3.c. Do zamocowania zastosować należy kostkę metalową o wymiarach poprzecznych większych od długości zagiętego ramienia n . Po dokładnym zamocowaniu w imadle wykonuje się zagięcie drugiego ramienia płaskownika.



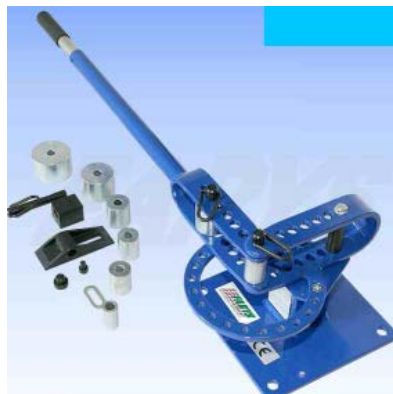
Rys. 4.4. Sposób wykonania gięcia skobla prostokątnego: a) widok skobla, b) gięcie ramienia h , c) gięcie ramienia k , d) odginanie końcówek ramion h oraz k .
[Górecki A.: Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych. WSiP, Warszawa, 2012]



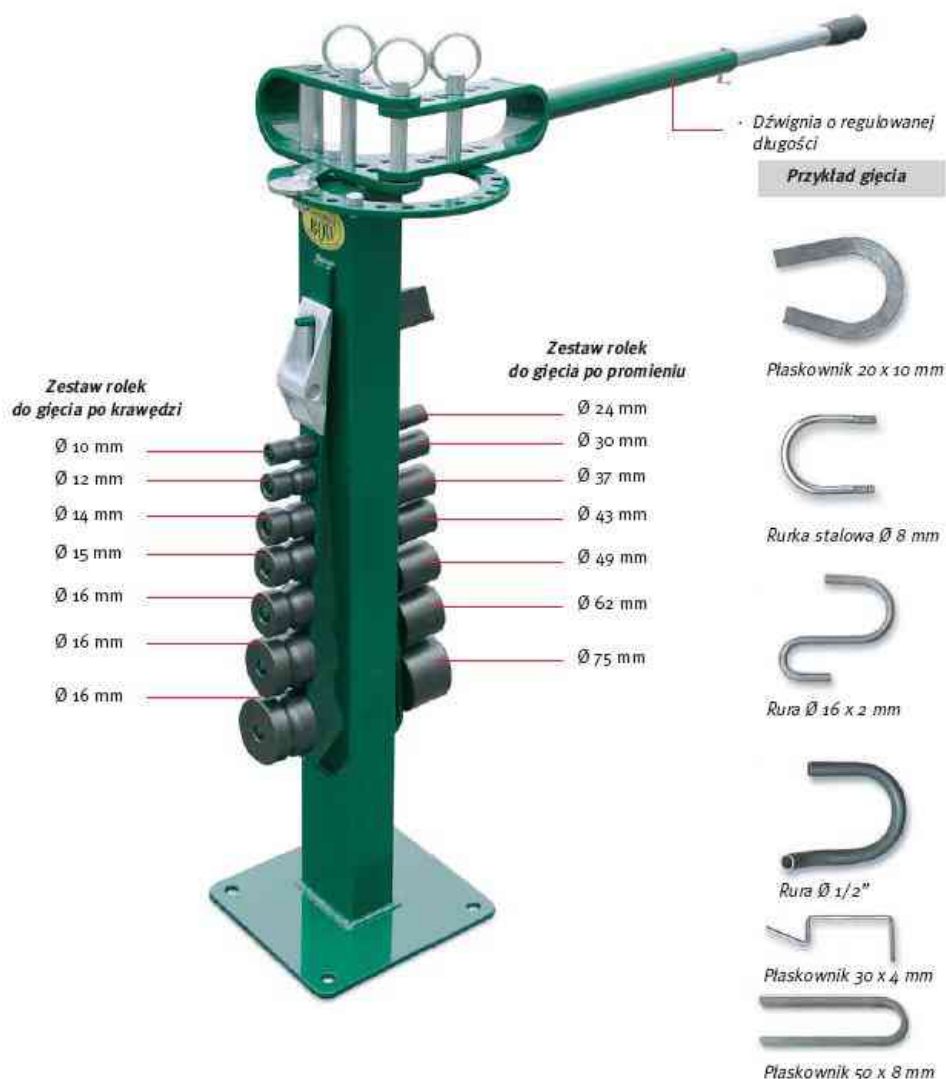
Rys. 4.5. Sposób wykonania gięcia skobla półokrągłego: a) widok skobla, b) i c) gięcie skobla przy pomocy trzpienia okrągłego.
[Górecki A.: Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych. WSiP, Warszawa, 2012]

W przypadkach gięcia przedstawionych na rysunkach powyżej w pewnym momencie wykonywania gięcia zastosowane zostały klocki metalowe lub trzpień. Zadaniem ich jest umożliwienie wywarcia nacisku przez szczęki imadła na przedmiot już częściowo wygięty i pewne zamocowanie tego przedmiotu w imadle. Pewne zamocowanie przedmiotu giętego w imadle jest warunkiem podstawowym wykonania procesu gięcia.

Do wykonywania większej liczby wyrobów metodą gięcia stosowane są przyrządy nazywane giętarkami. W giętarkach elementem wytwarzającym moment zginający materiał jest dźwignia. Na rysunku 4.6. przedstawiono giętarkę do prętów i płaskowników.



Rys. 4.6. Giętarka do prętów i płaskowników. [archiwum allegro.pl]

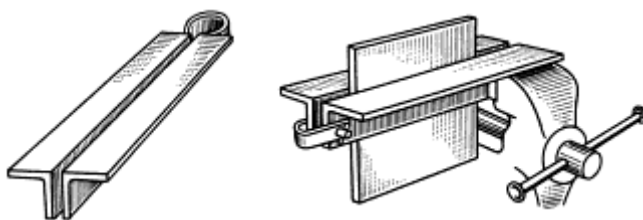


Rys. 4.7. Ręczna giętarka do rur i profili. [www.eci.com.pl]

Gięcie blach.

Blachy można giąć ręcznie, przy wykorzystaniu przyrządów pomocniczych oraz na specjalnych maszynach i urządzeniach.

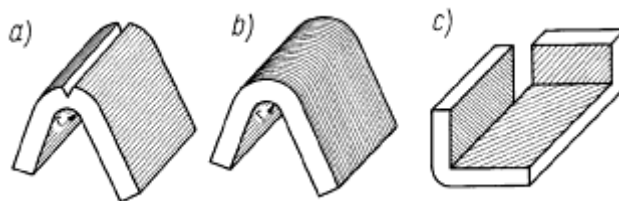
Blachy cienkie i wąskie gnie się w szczękach imadła ręcznie bez stosowania żadnych przyrządów pomocniczych. Przebieg gięcia jest analogiczny jak gięcie płaskowników. Natomiast blachy o znacznej szerokości lub długości należy mocować w imadle z zastosowaniem kątowników.



Rys. 4.8. Zamocowanie blachy w imadle za pomocą dwóch kątowników.

[Górecki A.: Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych. WSiP, Warszawa, 2012]

Podczas gięcia blach z małymi promieniami gięcia lub pod kątem prostym należy uwzględnić kierunek włókien w materiale blachy powstały podczas walcowania blachy. Nie należy giąć blach równoległe do włókien blach, gdyż grozi to pękaniem powierzchni zaginanej blachy. W przypadku gięcia blach w dwóch kierunkach należy gięcie wykonywać skośnie do włókien materiału blachy.



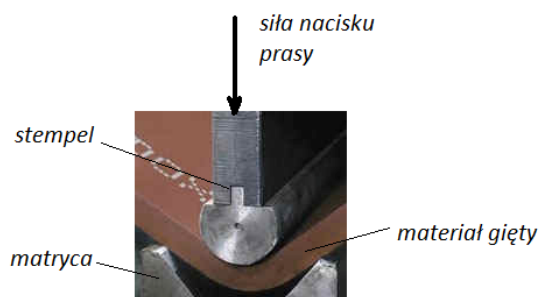
Rys. 4.9. Gięcie blachy: a) gięcie niewłaściwe wzdłuż włókien, b) gięcie prawidłowe, c) gięcie w dwóch prostopadłych kierunkach skośnie do włókien.

[Górecki A.: Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych. WSiP, Warszawa, 2012]

Gięcie blach o większych rozmiarach można wykonywać za pomocą urządzeń nazywanych krawędziarkami lub z wykorzystaniem pras.



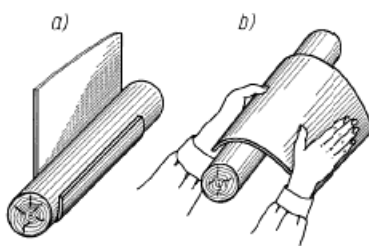
Rys.4.10. Krawędziarka.[www.naszekrosno2.pl]



Rys.4.11. Gięcie za pomocą prasy. [opracowano na podstawie www.taret.pl]

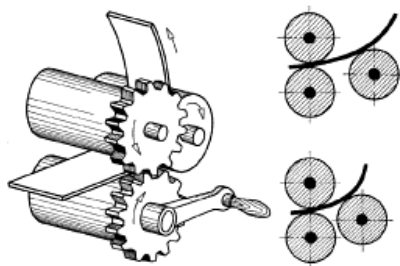
Zwijanie blach.

W celu wykonania z blachy przedmiotów o kształtach owalnych istnieje konieczność zwijania blachy. Zwijanie blachy wykonywane jest ręcznie lub z wykorzystaniem zawijarek w walcami.



Rys. 4.9. Zawijanie blachy ręcznie.

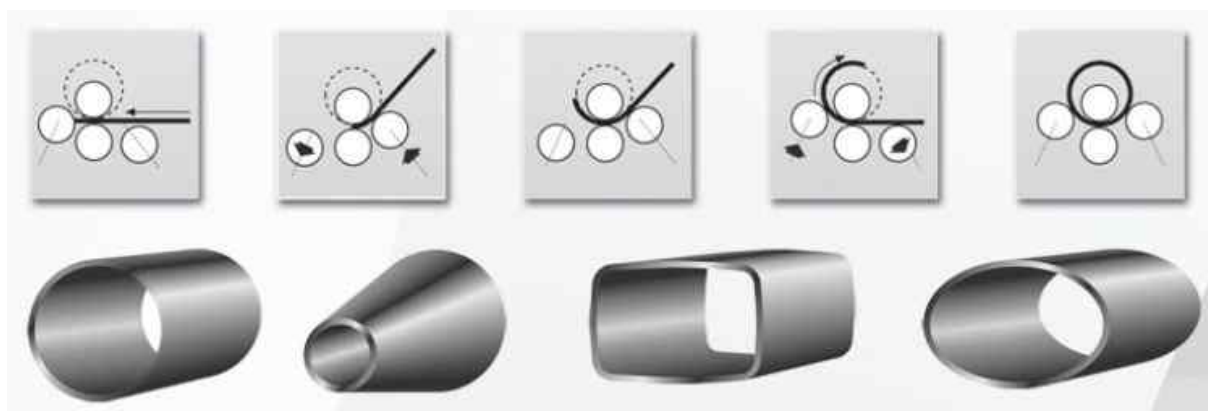
[Górecki A.: Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych. WSiP, Warszawa, 2012]



Rys. 4.10. Zawijanie blachy za pomocą walców.
[Górecki A.: Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych. WSiP, Warszawa, 2012]

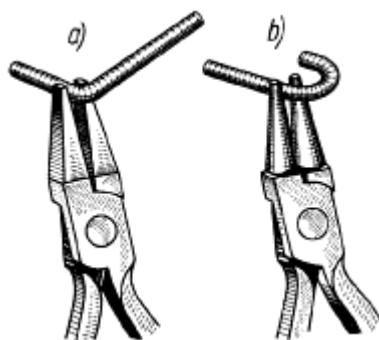


Rys. 4.11. Zwijarka do blach. [www.supertraders.pl]

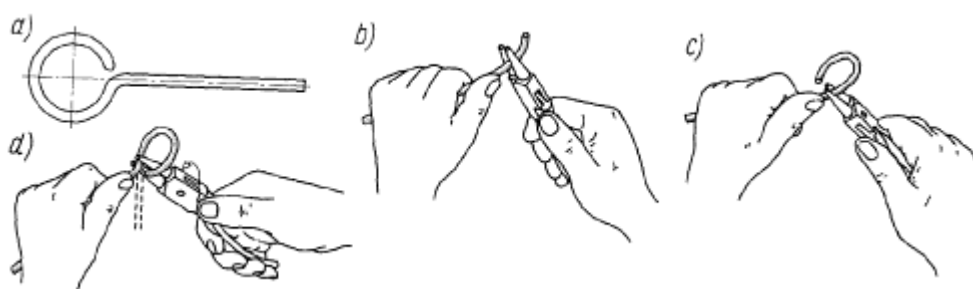


Rys. 4.12. Przykłady zwijania blachy zwijarkami walcowymi.
[<http://www.eurometal.com.pl/zwijarki-do-blach/o24-39/zwijarki-4-rolkowe-wbh-m/pl.html>]

Gięcie drutu, prętów i rur.



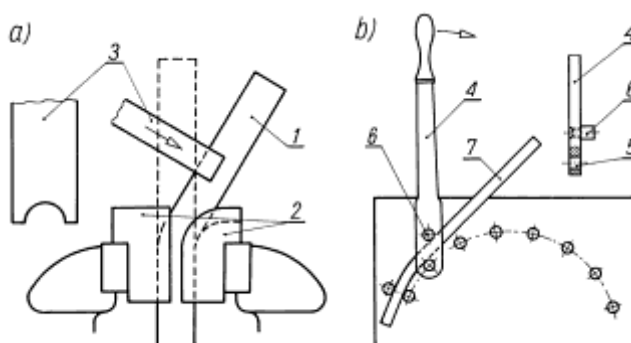
Rys. 4.13. Gięcie drutu: a) szczypcami płaskimi, b) szczypcami okrągłymi.
[Górecki A.: Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych. WSiP, Warszawa, 2012]



Rys. 4.13. Gięcie oczka z drutu: a) kształt przedmiotu po wygięciu, b), c), d) kolejne fazy gięcia.
[Górecki A.: Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych. WSiP, Warszawa, 2012]

Gięcie drutu (i prętów) o małej średnicy wykonywane jest za pomocą szczypiec płaskich lub okrągłych. Szczypcami płaskimi można wyginać drut pod kątem prostym (lub innym kątem), gdy promień zaokrąglenia jest bliski zero. Jeżeli zachodzi potrzeba gięcia drutu z większym promieniem zaokrąglenia, to czynność tę najlepiej wykonać szczypcami okrągłymi. (rys. 4.12. i 4.13.) Drut jest chwytywany szczękami szczypiec i następnie dzięki skręcaniu szczypiec dłonią nadawany jest kształt.

W przypadku gięcia drutu i prętów o średnicach większych (powyżej 5mm) wymaga się użycia większych sił i dlatego gięcie w tych przypadkach powinno odbywać się z użyciem przyrządów lub na gorąco.

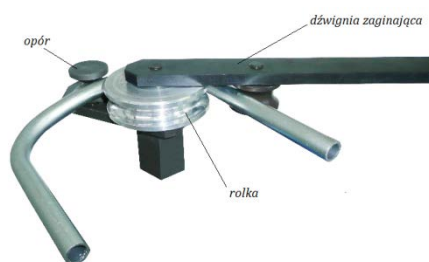


Rys. 4.14. Gięcie pręta okrągłego: a) w imadle b) w przyrządzie.
[Górecki A.: Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych. WSiP, Warszawa, 2012]

Gięty pręt 1 mocowany jest w imadle i za pomocą klocka 3 przenoszone są uderzenia młotka na pręt, który wygina się. Przyrząd do gięcia składa się z płyty, w której zamocowane są kołki rozmieszczone wzdłuż linii zgodnej z kształtem pręta po wygięciu. Za pomocą dźwigni 4 pręt 7 jest doginany do kołków.

Gięcie rur wykonuje się za pomocą przyrządu rolkowego lub specjalnych urządzeń do gięcia rur. Giętarki do rur mogą mieć napęd:

- mechaniczny,
- elektryczny,
- hydrauliczny.



Rys.4.15. Przyrząd do gięcia rur.[www.hydroma.pl]



Rys.4.16. Giętarki do rur: a) z napędem hydraulicznym[www.kangoo.pl], b) z napędem ręcznym [<http://zakupy-budowa.tuznajdziesz.pl>], c) z napędem elektrycznym [www.rigidtool.pl]

Gięcie rur można przeprowadzać na zimno i na gorąco. Na zimno gnie się rury na specjalnych urządzeniach, do gięcia na gorąco można wykorzystywać proste wzorniki. Rurę giętą podgrzewa się w miejscu gięcia i ręcznie owija się na wzorniku.

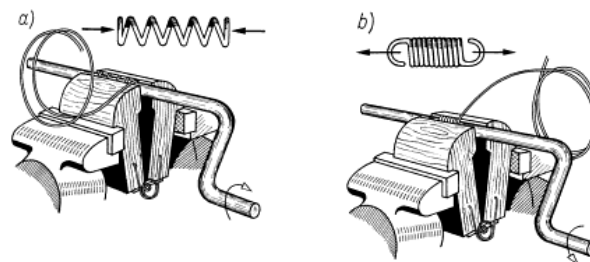
Podczas gięcia rura może ulec odkształceniu (przekrój poprzeczny rury może przyjąć kształt owalu) lub może nastąpić pęknięcie rury. Aby uniknąć takich przypadków przed gięciem napełnia się rurę piaskiem i korkuje oba końce w celu zabezpieczenia przed wysypaniem się piasku.

Zwijanie sprężyn.

Sprężyny śrubowe wykonuje się następującymi metodami:

- ręcznie w szczękach imadła,
- na wiertarkach,
- na tokarkach,

- na automatach – w przypadku seryjnej produkcji.



Rys. 4.17. Zwijanie sprężyn ręczne w imadle: a) zwijanie sprężyn ściskanych, b) zwijanie sprężyn rozciąganych.

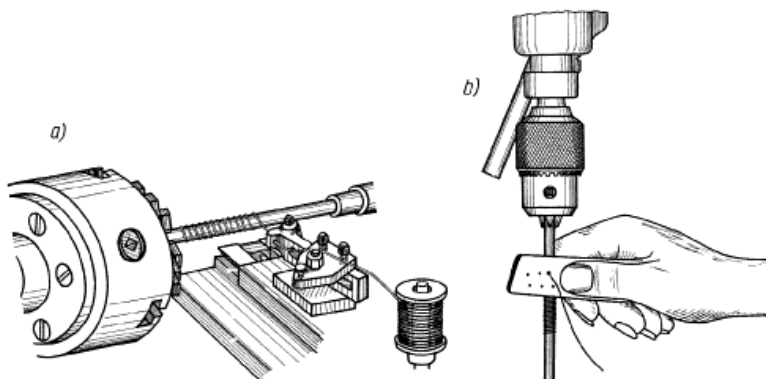
[Górecki A.: Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych. WSiP, Warszawa, 2012]

Zwijanie sprężyn w imadle odbywa się dzięki zastosowaniu trzpienia wygiętego w kształcie korby. W trzpieniu jest wykonany otwór, do którego wkładany jest koniec drutu. Trzpień umocowany jest pomiędzy dwoma drewnianymi przekładkami i wykonując ruch obrotowy trzpienia drut jest nawijany w postaci sprężyny. Średnica trzpienia powinna być o ok. 20% niż średnica wewnętrzna sprężyny.

Długość drutu z którego wykonana ma być sprężyna oblicza się ze wzoru:

$$L = \pi \cdot D_o \cdot n$$

L – długość drutu,
 D_o – średnia średnica sprężyny,
 n – liczba zwojów.



Rys. 4.18. Zwijanie sprężyn: a) na tokarce, b) na wiertarce.

[Górecki A.: Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych. WSiP, Warszawa, 2012]

W przypadku zwijania sprężyn za pomocą wiertarki trzpień, na którym zwijana jest sprężyna zamocowany jest w uchwycie wiertarki. W trzpieniu jest wykonany otwór, do którego wkładany jest koniec drutu, drut przełożony jest przez otwór płytki prowadzącej. Pierwsze 2-3 zwoje nawija się obracając uchwyt wiertarki ręką. Zwoje następne są zwijane przy załączonym napędzie wiertarki. Prędkość obrotowa wrzeciona wiertarki nie powinna być duża (powinna się zawierać w dolnych wartościach zakresu obrotów wrzeciona). W przypadku zwijania sprężyny rozciąganej lub skręcanej zwoje należy układać obok siebie, natomiast w przypadku zwijania sprężyny ściskanej

powinny być ułożone w odległości skoku h . Metodą tą można zwinąć sprężyny z drutu o średnicy do 1,5 mm, gdyż ze wzrostem średnicy drutu znacznie zwiększa się siła potrzebna do zwinania.

W przypadku zwinania sprężyn za pomocą tokarki trzpień, na którym zwinana jest sprężyna zamocowany powinien być w uchwycie samocentrującym i podparty kłem konika. Trzpień powinien mieć długość większą o około 120 mm od długości zwinanej sprężyny i posiadać otwór do mocowania zwinanego drutu. Posuw powinien być równy skokowi linii śrubowej sprężyny, a prędkość obrotowa wrzeciona powinna być tak dobrana, aby prędkość nawijanego drutu wynosiła 5 – 8 m/min. [K.Dudik – Poradnik tokarza]. Trzpień do wykonywania sprężyn walcowych powinien mieć kształt walcowy, a trzpień do wykonywania sprężyn stożkowych powinien mieć kształt stożka o odpowiedniej zbieżności. Trzpień stożkowy powinien mieć wykonany rowek, w którym będzie układany drut. Średnica trzpienia powinna być mniejsza o około 20% od średnicy zwinanej sprężyny. W imaku powinny być zamocowane dwa klocki drewniane pomiędzy, którymi będzie przesuwiał się drut. Przed zdjęciem sprężyny z trzpienia należy ręcznie obrócić wrzeciono tokarki w kierunku przeciwnym w celu odprężenia sprężyny i dopiero odciąć drut od sprężyny. W przypadku braku odprężenia odcięta sprężyna może spowodować poranienie dłoni tokarza.

Prostowanie.

Prostowanie przeprowadzane jest w celu przywrócenia przedmiotom ich pierwotnego kształtu, utraconego w wyniku użytkowania lub uszkodzenia.

Prostowanie przedmiotów może być wykonywane:

- na zimno,
- na gorąco,
- ręcznie,
- maszynowo.

Prostować można elementy wykonane ze stali, miękkiego mosiądzu, aluminium, miedzi i innych metali nieżelaznych i ich stopów.

Prostowanie przedmiotów hartowanych należy przeprowadzać ze szczególną ostrożnością ze względu na możliwość ich uszkodzenia. Przedmiotów hartowanych wykonanych ze stali o dużej zawartości węgla (ponad 0,9%) nie poddaje się prostowaniu.

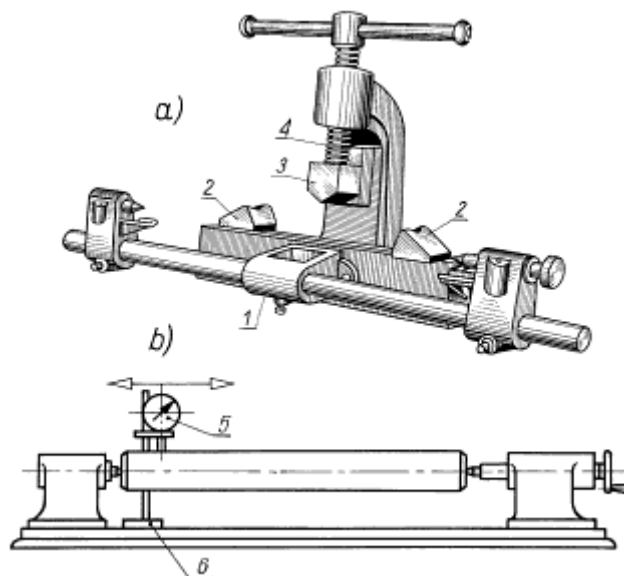
Prostowanie płaskowników i prętów.

Zgięte płaskowniki lub pręty wstępnie prostuje się w imadle odginając je w kierunku przeciwnym do aktualnego wykrzywienia. Po wstępnym wyprostowaniu można przystąpić do właściwego prostowania. Należy położyć płaskownik (lub pręt) na płycie lub kowadłe wypukłością do góry i uderzać młotkiem w wypukłość. Wraz z upływem czasu prostowania, gdy płaskownik zacznie przyjmować kształt wyprostowany siła uderzeń powinna słabnąć i należy obracać płaskownik o kąt 180° w celu zapobieżenia wygięciu prostowanego płaskownika w przeciwną stronę. Zaleca się stosowanie uderzeń naprzemiennych kierując się w stronę istniejącego wykrzywienia.

W przypadku prostowania prętów w końcowej fazie prostowania należy obracać pręt względem jego osi.

Efekty prostowania sprawdza się wzrokowo i zauważone wygięcia powtórnie się prostuje.

Pręty o dużych średnicach prostuje się z wykorzystaniem pras. Dopuszczalne jest podgrzewanie prętów grubych w miejscach wygiętych w celu ułatwienia prostowania.



Rys. 4.19. Prostowanie i sprawdzanie prostoliniowości wałka: a) prasa do prostowania, b) sposób sprawdzania prostoliniowości wałka.

- 1) przyrząd kłowy, 2) podpory do prostowania wałka, 3) klocek, 4) śruba, 5) czujnik, 6) podstawka czujnika.

[Górecki A.: Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych. WSiP, Warszawa, 2012]

Prostowanie wałków przeprowadza się dwoma metodami:

- przez uderzanie młotkiem w wałek ułożony na kowadle (dla wałków mniej odpowiedzialnych),
- na prasie do prostowania wałków.

Prostowanie na prasie przebiega następująco:

1. mocujemy wałek w przyrządzie kłowym i czujnikiem dokonujemy pomiary największych wypukłości (zaznaczamy te miejsca),
2. wałek układamy na podporach wypukłością do góry i prostujemy poprzez wywieranie nacisku kręcąc śrubą,
3. następnie mocujemy wałek w przyrządzie kłowym i dokonujemy powtórnego pomiaru,
4. jeżeli wałek nie jest jeszcze wyprostowany powtarzamy czynność prostowania.

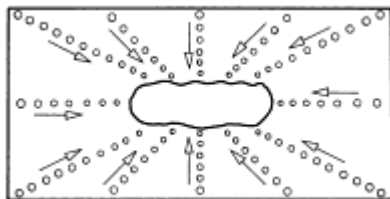
Prostowanie przedmiotów hartowanych przeprowadza się poprzez tzw. wyciąganie materiału, które polega na uderzaniu powierzchni materiału od strony wklęsłej. Uderzenia nie mogą być zbyt silne. Jeżeli lekkie uderzenia nie spowodują wyprostowania przedmiotu to należy przerwać prostowanie, gdyż nie da się wyprostować.

Prostowanie blach jest operacją znacznie trudniejszą od operacji prostowania prętów lub płaskowników. Do prostowania układa się blachy na płycie wypukłością ku górze i następnie miejsca wygięte oznacza się kredą lub ołówkiem. Ułożoną na płycie

blachę prostuje się częstymi uderzeniami młotka, zmieniając miejsca uderzeń wzdłuż linii prostej biegnącej od brzegu blachy ku wypukłości .

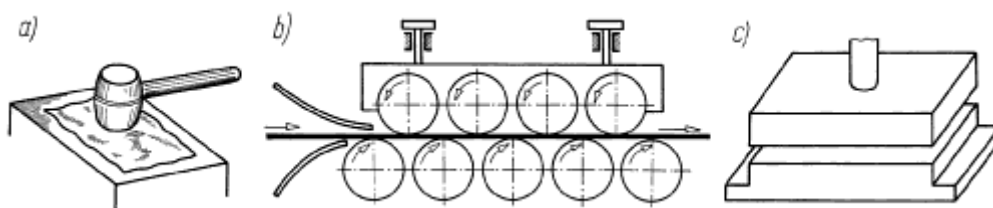
Po dojściu do linii otaczającej wypukłości wykonuje się następną serię uderzeń, rozpoczynając ją od brzegu blachy w pewnej odległości od poprzednio uderzonych miejsc. Siła uderzeń w miarę zbliżania się do wypukłości powinna maleć, a liczba uderzeń — wzrastać.

Do prostowania blach grubych używa się młotków metalowych, a do blach cienkich — młotków drewnianych. Bardzo cienkie blachy prostuje się na płaskiej płycie za pomocą klocka drewnianego, uderzanego młotkiem i przesuwanego ręcznie po blasze.



Rys. 4.20. Schemat uderzeń przy prostowaniu blachy.

[Górecki A.: Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych. WSiP, Warszawa, 2012]



Rys. 4.21. Sposoby prostowania blachy: a) młotkiem, b) na walcach, c) w przyrządzie.

[Górecki A.: Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych. WSiP, Warszawa, 2012]

Prostowanie cienkich i plastycznych blach (aluminiowych, miedzianych) można wykonywać poprzez przyciśnięcie do krawędzi listwy drewnianej i przeciągnięcie arkusza blachy kilkakrotnie w kierunkach prostopadłych.

W skład stanowiska do gięcia i prostowania metali wchodzi:

- stół ślusarski z imadłem odpornym na uderzenia,
- narzędzia pomiarowe – liniały krawędziowe, czujniki pomiarowe, suwmiarka, mikrometr, kątowniki, przymiar metrowy.
- narzędzia, przyrządy i urządzenia wykorzystywane do wykonywania gięcia i prostowania – podstawowym narzędziem jest młotek, który powinien spełniać podstawowy warunek, czyli musi być wykonany z materiału bardziej miękkiego, niż materiał przedmiotu giętego lub prostowanego. Młotek taki nie będzie zostawiał śladów na materiałach poddawanych gięciu lub prostowaniu.

Stanowisko powinno być wyposażone w kowadło (lub gruba płytę do prostowania), nakładki, kostki stalowe do gięcia blachy i płaskowników.

Zasady bezpiecznej pracy podczas wykonywania operacji gięcia i prostowania.

- Stosować narzędzia zgodnie z przeznaczeniem i w dobrym stanie technicznym.
- Poprawnie i pewnie mocować przedmioty w imadle.
- Zachować ostrożność podczas gięcia lub prostowania blachy, gdyż istnieje ryzyko skaleczenia.
- Stosować środki ochrony osobistej (rękawice ochronne a w miarę potrzeby okulary ochronne).
- Podczas wykonywania operacji z użyciem prasy lub krawędziarki należy unikać zbliżania dłoni do obszaru pracy stempla – istnieje możliwość zgniecenia palców lub dłoni.