

Moduł 4

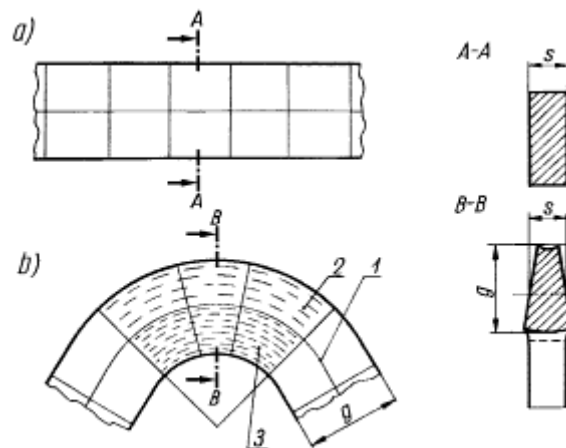
Kształtowanie materiałów metodą gięcia i prostowania

1. Wstęp
2. Technika gięcia
3. Zwijanie blach
4. Gięcie drutu, prętów i rur
5. Zwijanie sprężyn
6. Prostowanie
7. Zasady bezpiecznej pracy podczas wykonywania operacji gięcia i prostowania

1. Wstęp

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

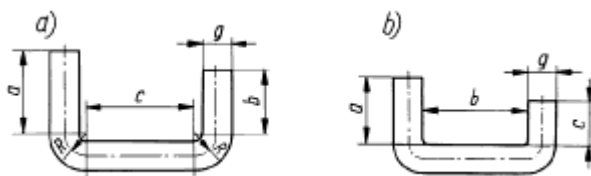


Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych*, WSiP, Warszawa, 2012

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



Źródło: 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:

$$L = a + b + c + 2 g/2$$

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.

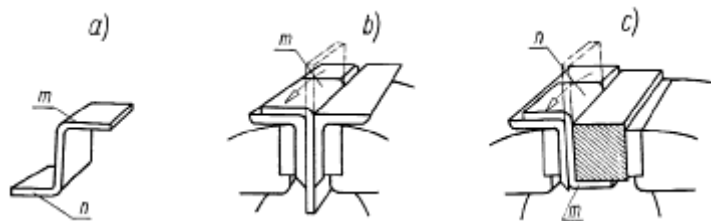
Podczas gięcia na zimno materiału nie podgrzewa się, w przypadku dużych odkształceń, lub gięcia elementów odpowiedzialnych, po zakończeniu gięcia poddaje się przedmiot wyżarzaniu, w celu usunięcia naprężeń powstałych w materiale podczas gięcia.

2. 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

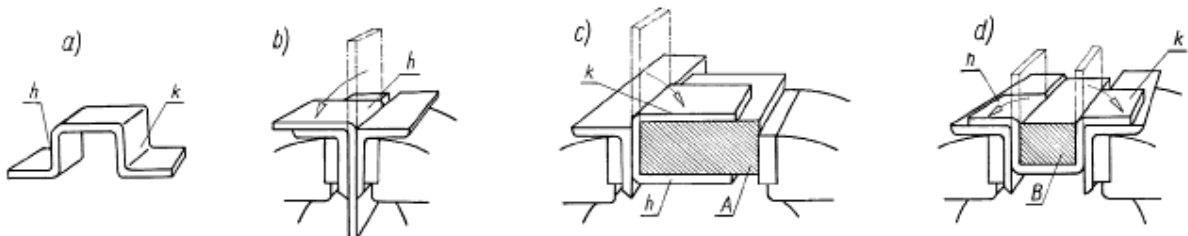


Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych*, WSiP, Warszawa, 2012

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 uderzenie młotkiem i odkształcenie płaskownika pod kątem 90° . Następnie zagięty płaskownik jest odmocowany i powtórnie zamocowany – jak na rysunku 4.3.c.

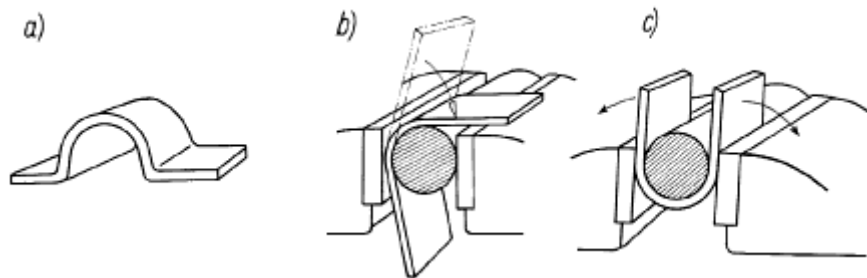
Do zamocowania zastosować należy kostkę metalową o wymiarach poprzecznych większych od długości zagiętego ramienia n . Po dokładnym zamocowaniu w imadle wykonuje się zagięcie drugiego ramienia płaskownika.

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



Źródło: 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



Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych*, WSiP, Warszawa, 2012

W przypadkach gięcia przedstawionego 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.

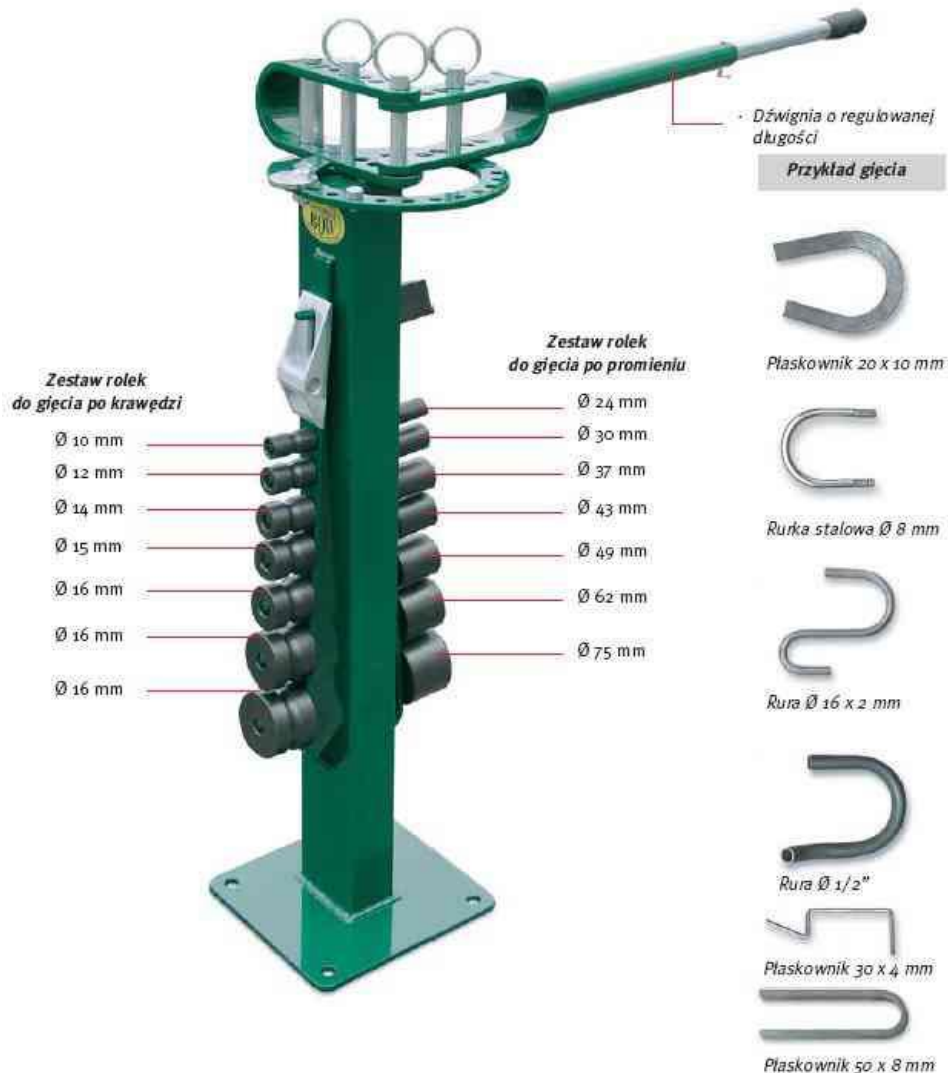
Do wykonywania większej liczby wyrobów metodą gięcia stosowane są przyrządy nazywane giętarkami. W giętarkach elementem wytwarzającym moment zginający materiał jest dźwignia. Na rysunku 4.6. przedstawiono giętarkę do prętów i płaskowników.

Rys. 4.6. Giętarka do prętów i płaskowników



Źródło: <http://www.maktek.pl/gietarka-do-pretow--plaskownikow-maktek-ub-100/produkt-145>

Rys. 4.7. Ręczna giętarka do rur i profili



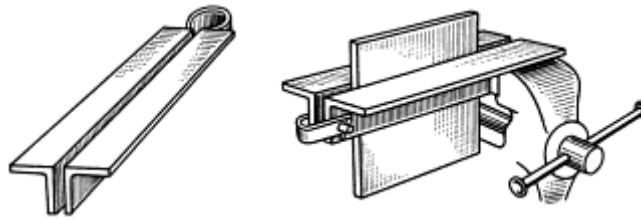
Źródło: www.eci.com.pl

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.

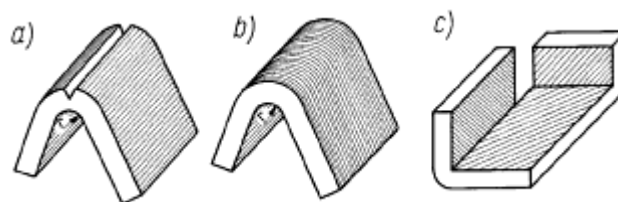
Rys. 4.8. Zamocowanie blachy w imadle za pomocą dwóch kątowników



Źródło: 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



Źródło: 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



Źródło: www.naszekrosno2.pl

Rys. 4.11. Gięcie za pomocą prasy

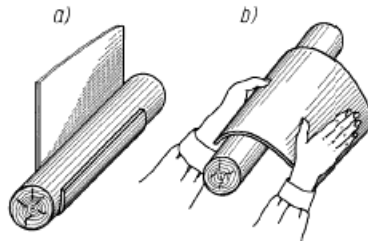


Źródło: opracowano na podstawie www.taret.pl

3. Zwijanie blach

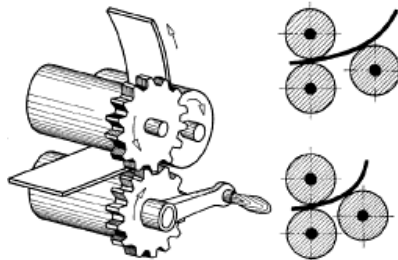
W celu wykonania z blachy przedmiotów o kształtach owalnych istnieje konieczność zwijania blachy. Zwijanie blachy wykonywane jest ręcznie lub z wykorzystaniem zawijarek w walcach.

Rys. 4.12. Zawijanie blachy ręcznie



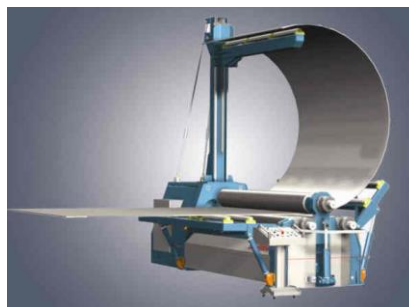
Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych*, WSiP, Warszawa, 2012

Rys. 4.13. Zawijanie blachy za pomocą walców



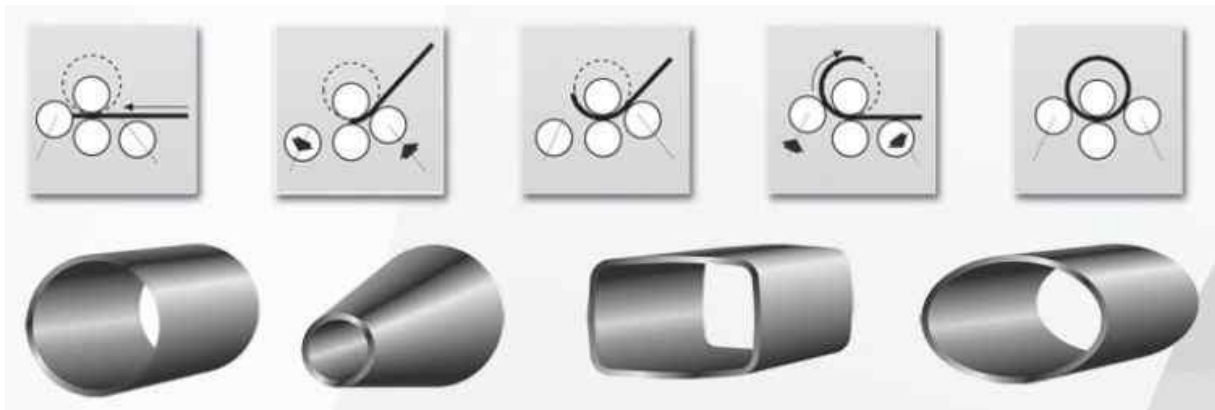
Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych*, WSiP, Warszawa, 2012

Rys. 4.14. Zawijarka do blach



Źródło: www.supertraders.pl

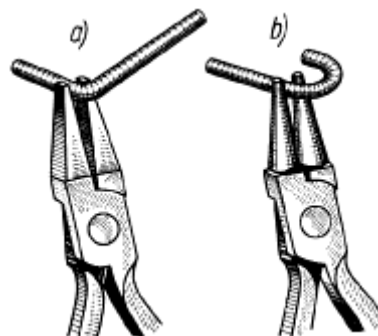
Rys. 4.15. Przykłady zwiwania blachy zwiwarkami walcowymi



Źródło: <http://www.eurometal.com.pl/zwiwarki-do-blach/o24-39/zwiwarki-4-rolkowe-wbh-m/pl.html>]

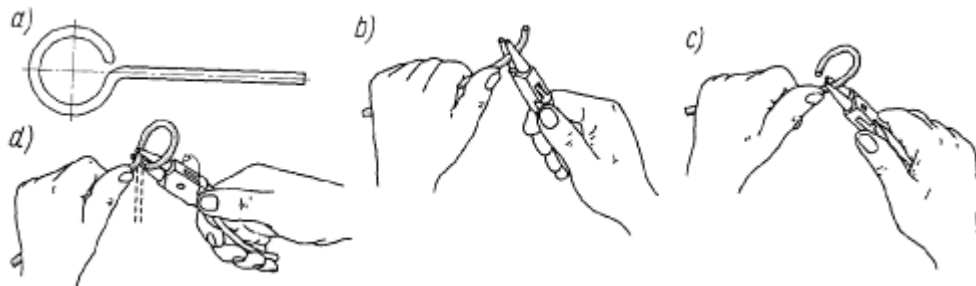
4. Gięcie drutu, prętów i rur

Rys. 4.16. Gięcie drutu: a) szczypcami płaskimi, b) szczypcami okrągłymi



Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych*, WSiP, Warszawa, 2012

Rys. 4.17. Gięcie oczka z drutu: a) kształt przedmiotu po wygięciu, b), c), d) kolejne fazy gięcia

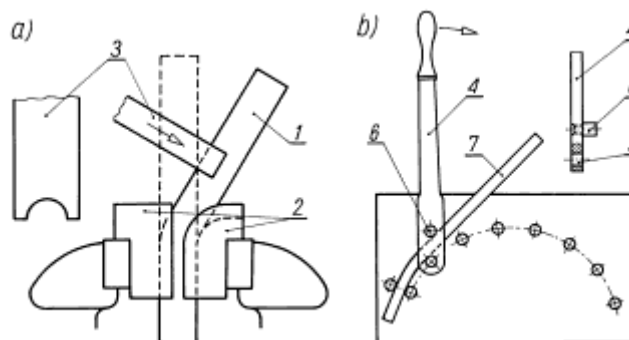


Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych*, WSiP, Warszawa, 2012

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 chwytny 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. 4.18. Gięcie pręta okrągłego: a) w imadle, b) w przyrządzie



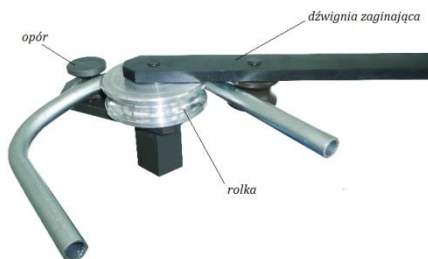
Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych*, WSiP, Warszawa, 2012

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. 4.19. Przyrząd do gięcia rur



Źródło: www.hydroma.pl

Rys. 4.20. Giętarki do rur: a) z napędem hydraulicznym [www.kangoo.pl], b) z napędem ręcznym



Źródło: [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.

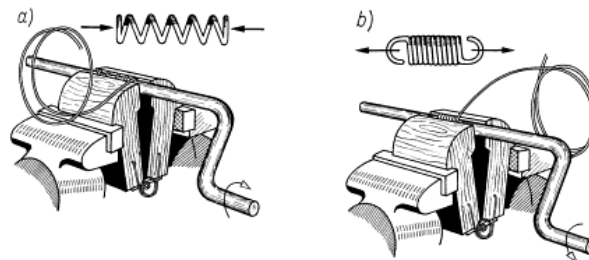
Podczas gięcia rura może ulec odkształceniu (przekrój poprzeczny rury może przyjąć kształt owalu) lub może nastąpić pęknięcie rury. Aby uniknąć takich przypadków przed gięciem napełnia się rurę piaskiem i korkuje oba końce w celu zabezpieczenia przed wysypaniem się piasku.

5. Zwijanie sprężyn

Sprężyny śrubowe wykonuje się następującymi metodami:

- ręcznie w szczękach imadła,
- na wiertarkach,
- na tokarkach,
- na automatach – w przypadku seryjnej produkcji.

Rys. 4.21. Zwijanie sprężyn ręczne w imadle: a) zwijanie sprężyn ściskanych, b) zwijanie sprężyn rozciąganych



Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych*, WSiP, Warszawa, 2012

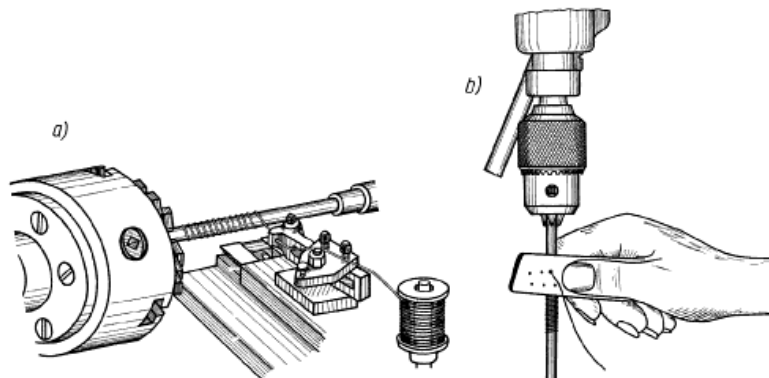
Zwijanie sprężyn w imadle odbywa się dzięki zastosowaniu trzpienia wygiętego w kształcie korby. W trzpieniu jest wykonany otwór, do którego wkładany jest koniec drutu. Trzpień umocowany jest pomiędzy dwoma drewnianymi przekładkami i wykonując ruch obrotowy trzpienia drut jest nawijany w postaci sprężyny. 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. 4.22. Zwijanie sprężyn: a) na tokarce, b) na wiertarce



Źródło: 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 zwijać sprężyny z drutu o średnicy do 1,5 mm, gdyż ze wzrostem średnicy drutu znacznie zwiększa się siła potrzebna do zwijania.

W przypadku zwijania sprężyn za pomocą tokarki trzpień, na którym zwijana jest sprężyna, powinien być zamocowany w uchwycie samocentrującym i podparty kłem konika. Trzpień powinien mieć długość większą o około 120 mm od długości zwijanej sprężyny i posiadać otwór do mocowania zwijanego 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 zwijanej 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.

6. 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

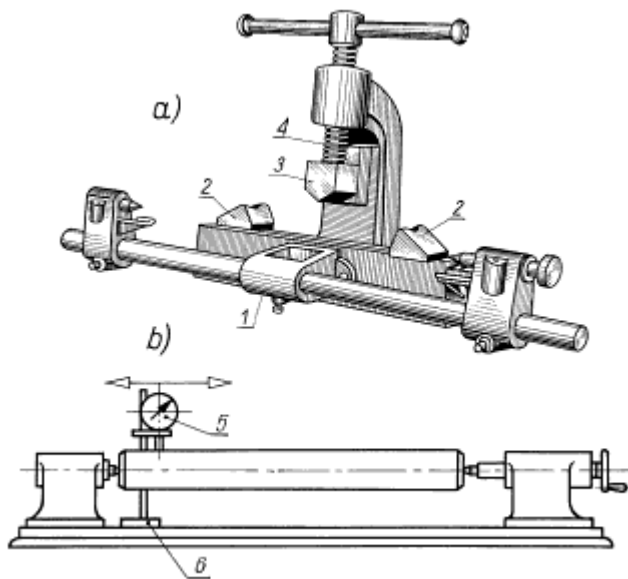
Zgięte płaskowniki lub pręty wstępnie prostuje się w imadle, odginając je w kierunku przeciwnym do aktualnego wykrzywienia. Po wstępnym wyprostowaniu można przystąpić do właściwego prostowania. Należy położyć płaskownik (lub pręt) na płycie lub kowadłe wypukłością do góry i uderzać młotkiem w wypukłość. 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. 4.23. 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) podstawa czujnika.

Źródło: 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 pomiaru 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.

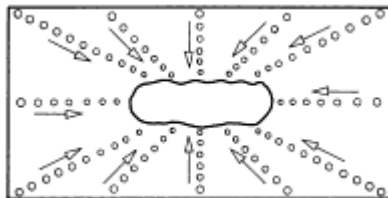
Prostowanie przedmiotów hartowanych przeprowadza się poprzez tzw. wyciąganie materiału, które polega na uderzaniu powierzchni materiału od strony wklęsłej. Uderzenia nie mogą być zbyt silne. Jeżeli lekkie uderzenia nie spowodują wyprostowania przedmiotu to należy przerwać prostowanie, gdyż nie da się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

Prostowanie blach jest operacją znacznie trudniejszą od operacji prostowania prętów lub płaskowników. Do prostowania układu 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.

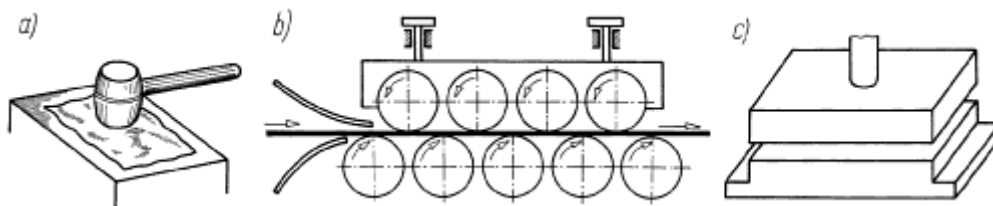
Do prostowania blach grubych używa się młotków metalowych, a do blach cienkich – młotków drewnianych. Bardzo cienkie blachy prostuje się na płaskiej płycie za pomocą klocka drewnianego, uderzanego młotkiem i przesuwanego ręcznie po blasze.

Rys. 4.24. Schemat uderzeń przy prostowaniu blachy



Źródło: Górecki A., *Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych*, WSiP, Warszawa, 2012

Rys. 4.25. Sposoby prostowania blachy: a) młotkiem, b) na walcach, c) w przyrządzie



Źródło: 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 – linały 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 grubą płytę do prostowania), nakładki, kostki stalowe do gięcia blachy i płaskowników.

7. 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.

Bibliografia:

1. Górecki A.: *Technologia ogólna; podstawy technologii mechanicznych*. WSiP, Warszawa, 2012
2. Solis H., Lenart T.: *Technologia i eksploatacja maszyn*. WSiP, Warszawa, 1996
3. Zawora J.: *Podstawy technologii maszyn*. WSiP, Warszawa, 2012
4. Praca zbiorowa: *Poradnik mechanika*. WNT, Warszawa, 2000

Netografia:

1. Klasyfikacja i systemy oznaczania metali i stopów w oparciu o aktualnie obowiązujące polskie normy PN-EN (Polska Norma-Europejska Norma) oraz międzynarodowe normy ISO www.kim.pollub.pl/student/Instrukcja.16.pdf
2. Obróbka ręczna - http://technikbhp.prv.pl/index_pliki/publikacja3_pliki/pobieranie/materia/pomiar_obrobka_reczna.pdf