

**Zawód:** Lakiernik samochodowy

**Przedmiot:** Techniki wytwarzania (10.01.2022 r.) – Marek Krukowski

**Temat: Rodzaje obróbki plastycznej i wpływ zgniotu na właściwości stali**

Proszę o zapoznanie się z poniższą literaturą. Na końcu tematu znajdują się pytania kontrolne.

# 7.

## OBRÓBKA PLASTYCZNA

### 7.1

#### Rodzaje obróbki plastycznej i wpływ zgniotu na własności stali

Metale pod działaniem sił zewnętrznych ulegają odkształceniom. Obróbka plastyczna ma na celu zmianę kształtu i własności metali w wyniku odkształcenia plastycznego na gorąco lub na zimno<sup>1)</sup>.

Znane są następujące podstawowe rodzaje obróbki plastycznej:

- kucie,
- walcowanie,
- tłoczenie,
- ciągnienie.

W obróbce plastycznej metali na zimno nieodwracalne odkształcenia plastyczne zachodzą przy obciążeniach przekraczających granicę sprężystości materiału. Proces odkształcenia metalu pod wpływem ciśnienia rozpoczyna się od jego powierzchni narażonej bezpośrednio na działanie sił i stopniowo rozprzestrzenia się w głąb materiału. Uzewnętrznia się to zmniejszeniem grubości materiału. Zjawisko to nazywa się *zgniotem*, czyli *utwardzeniem materiału*. Zgniot wyzyskuje się do powierzchniowego utwardzenia niektórych przedmiotów za pomocą wyklepywania. Utwardzenie (umocnienie) materiału, powstałe wskutek odkształceń plastycznych, jak i kształt zgniecionego ziarna metalu jest trwałe tylko do pewnej temperatury.

Wyżarzanie zgniecionego materiału powoduje w nim zmiany. Wyżarzanie w zakresie niskiej temperatury wpływa na zmniejszenie naprężeń własnych, a wyżarzanie prowadzone w zakresie wyższej temperatury powoduje powrót do własności, którymi odznaczał się metal przed zgniotem.

<sup>1)</sup> Obróbka plastyczna na zimno przebiega w temperaturze poniżej temperatury rekrytalizacji.

Inaczej zachowuje się metal, jeżeli zastosuje się obróbkę plastyczną na gorąco. Podczas obróbki metalu nagrzanego do odpowiedniej temperatury (powyżej temperatury rekrytalizacji), struktura metalu nie wykazuje utwardzenia jak przy zgnioie na zimno.

Ogólnie rzecz biorąc, obróbka plastyczna wpływa korzystnie na poprawę własności mechanicznych metalu oraz powoduje powstanie budowy włóknistej w wyprodukowanym przedmiocie.

## 7.2 Kuźnictwo

Kuźnictwo albo kowalstwo jest działem technologii obejmującym procesy wytwarzania przedmiotów ze stali, metali nieżelaznych i ich stopów za pomocą kucia. Do procesów tych należy:

- przygotowanie materiału do kucia, tj. cięcie, czyszczenie, nagrzewanie;
- kucie;
- wykańczanie odkuwek, tj. dogniatanie, prostowanie, przebijanie, okrawanie.

Kucie dzieli się na ręczne i mechaniczne (maszynowe). Kucie ręczne wykonuje się na kowadle za pomocą różnych narzędzi, natomiast kucie maszynowe wykonuje się na specjalnych *maszynach kuźniczych*.

Rozróżnia się następujące metody kucia: *swobodne, kształtowe i matrycowe*.

**Kucie ręczne** odbywa się zwykle na gorąco, po nagraniu materiału do odpowiedniej temperatury w kotlinie kowalskiej. Narzędzia do kucia ręcznego przedstawiono na rys. 7-1.

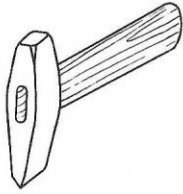
Podstawowymi operacjami kowalskimi są: przecinanie, przebijanie, wydłużanie, spęczanie, wyginanie, odsadzanie i zgrzewanie.

Przecinanie odbywa się na kowadle za pomocą przecinaków i podcinek.

Przebijanie otworów może się odbywać na kowadle lub dziurownicy.

Wydłużanie materiału wykonuje się młotkiem lub żłobnikiem na kowadle (rys. 7-2). Falistą powierzchnię materiału powstałą po przejściu żłobnika wygładza się gładzikiem.

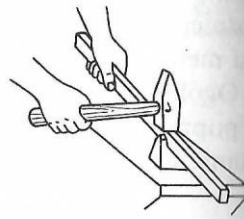
a)



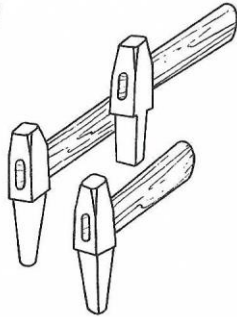
b)



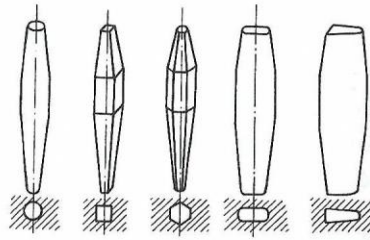
c)



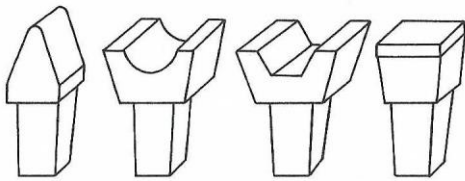
d)



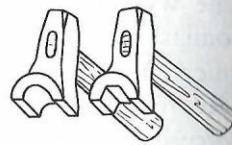
e)



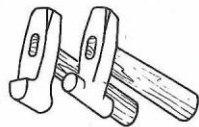
f)



g)



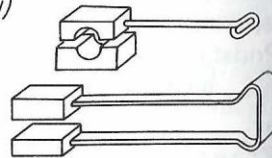
h)



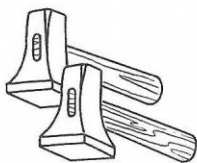
i)



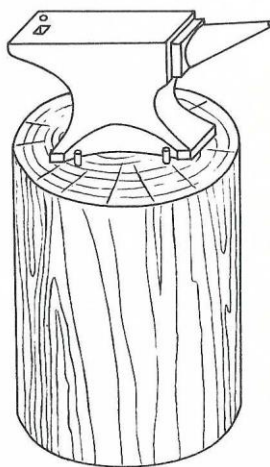
j)



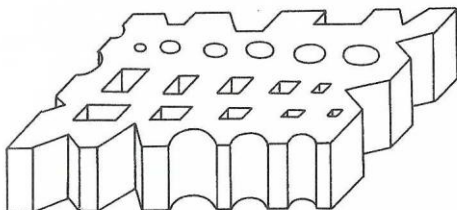
k)



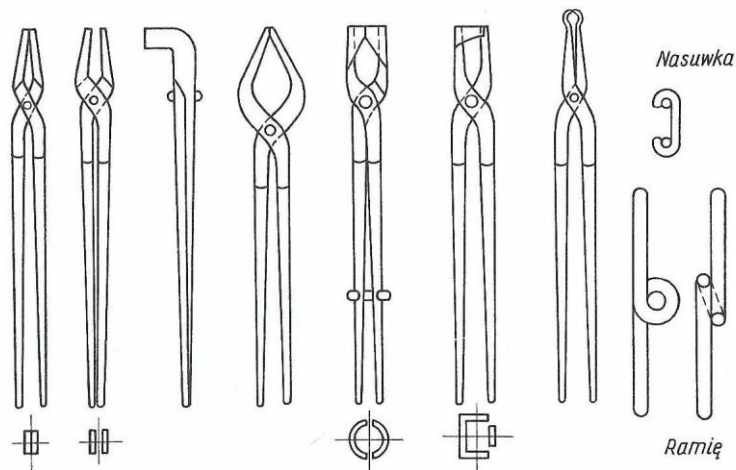
l)



t)

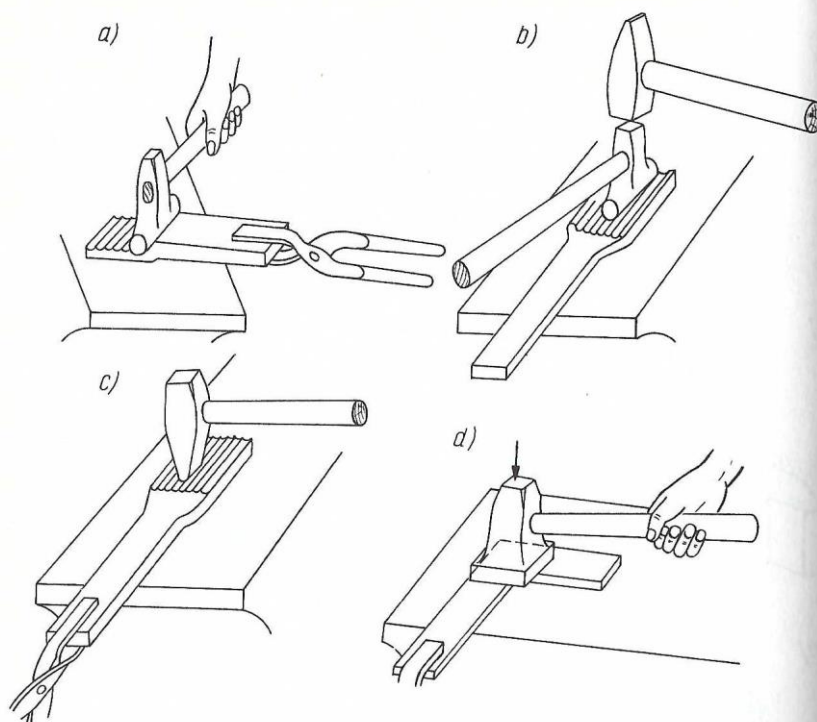


m)



Rys. 7-1. Narzędzia kowalskie robocze: a) przecinak, b) podcinka, c) zastosowanie podcinki, d) przebijaki, e) trzpienie, f) podsadzki, g) nadstawki, h) żłobniki, i) odsadzak, j) foremnik, k) gładziki, l) kowadło na pieńku, t) dziurownica (płytką kowalską), m) kleszcze [10]





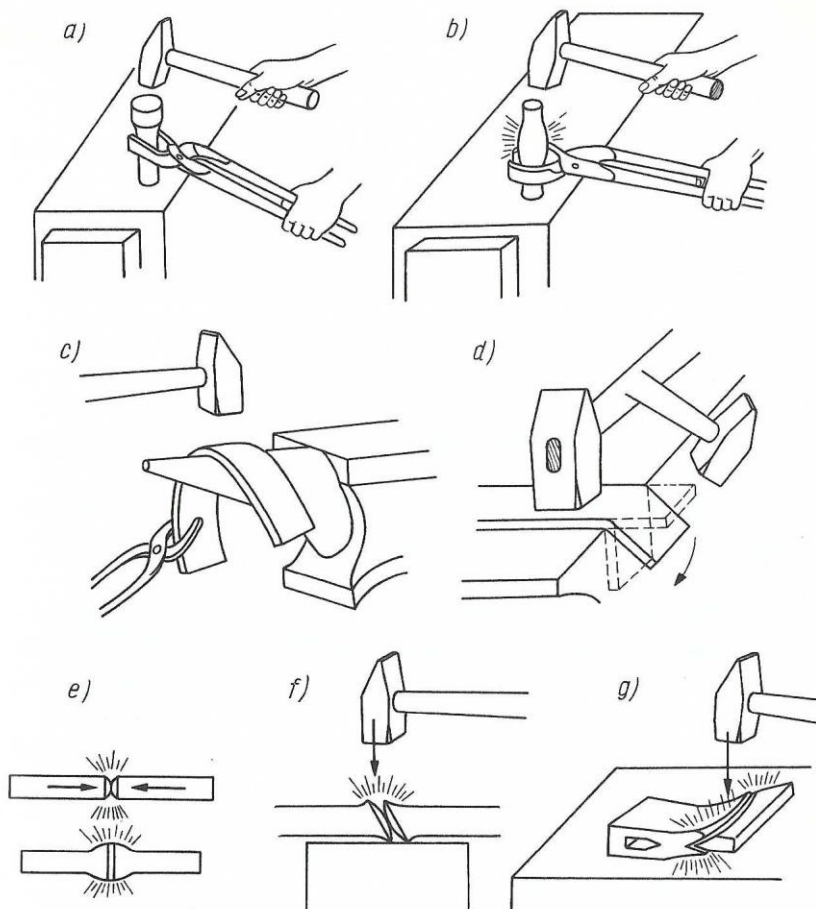
Rys. 7-2. Wydłużanie na kowadle z użyciem żłobnika: a) wydłużanie za pomocą żłobnika, b) rozszerzanie za pomocą żłobnika, c) rozszerzanie płaskownika rąbem młotka, d) wygładzanie gładzikiem kowalskim [10]

Spęczanie polega na uderzaniu młotkiem w materiał ustawiony pionowo na kowadle (rys. 7-3a, b), wskutek czego pręt staje się krótszy i grubszy. Chcąc spęczyć pręt w określonym miejscu, np. w środku lub na końcu, należy go nagrzać w tym miejscu.

Wyginanie (gięcie) materiału przedstawiono na rys. 7-3c, d.

Odsadzaniem nazywa się zmniejszenie grubości materiału na jego końcu przez wydłużenie odsadzonej części przy kuciu swobodnym. Odsadzanie wykonuje się na kowadle za pomocą odsadzki.

Zgrzewanie polega na łączeniu stali o małej zawartości węgla przez nagrzanie jej do wysokiej temperatury (około  $1200^{\circ}\text{C}$ ) i złączenie pod uderzeniami młota (rys. 7-3e, f, g). Końce materiału ścina się ukośnie, nagrzewa, starannie oczyszcza ze zgorzeliny i łączy pod odpowiednim naciskiem.

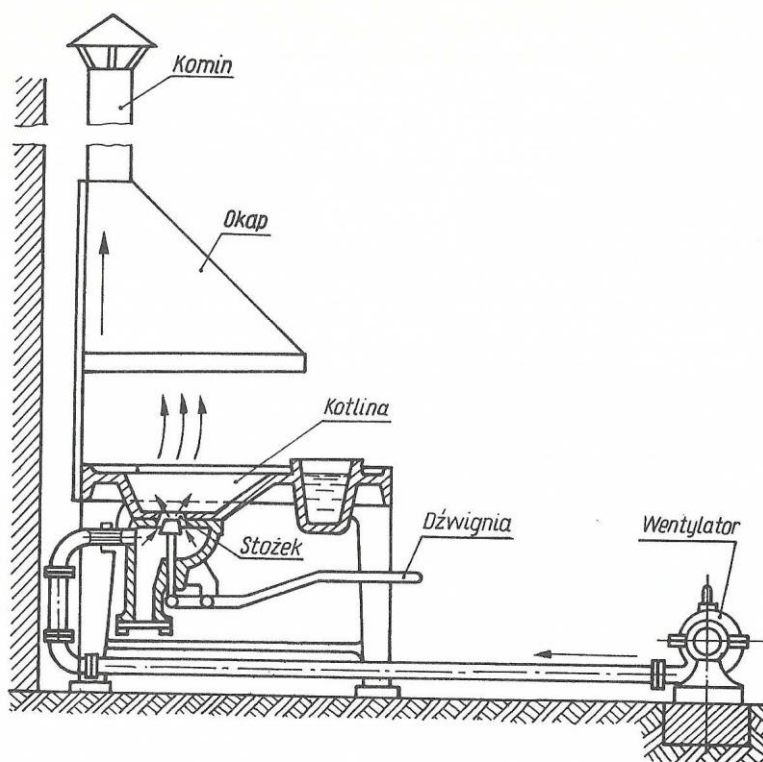


Rys. 7-3. Niektóre operacje kowalskie: a) spęczanie sworznia na końcu, b) spęczanie sworznia w środku, c) wyginanie na rogu kowadła, d) wyginanie na krawędzi kowadła, e) zgrzewanie stykowe (doczołowe), f) zgrzewanie krawędzi na zakładkę, g) zgrzewanie w klin [10]

Kucie kształtowe odbywa się z użyciem różnych *podsadzek*, *nadstawek*, *form* itp. odpowiednich *foremników*.

Wyżej wymienione operacje kowalskie są wykonywane w kuźni wyposażonej w ognisko kowalskie stałe (rys. 7-4), dmuchawę i wyciąg spalin.

**Kucie mechaniczne (maszynowe)** charakteryzuje się tym, że nacisk na materiał wywiera maszyna działająca pod naciskiem lub uderze-



Rys. 7-4. Ognisko kowalskie [10]

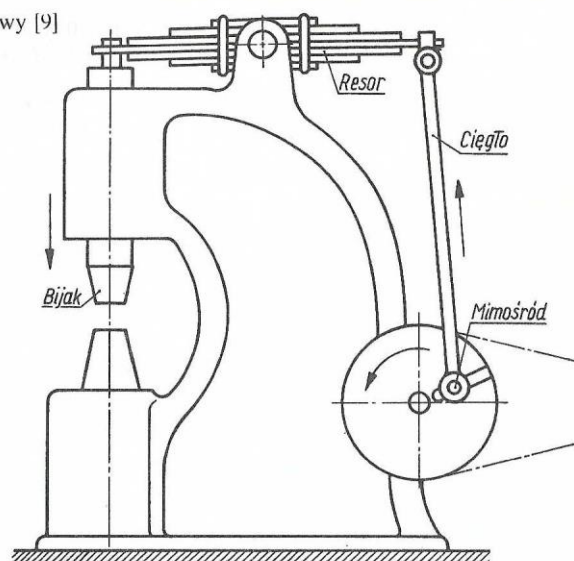
niem (prasa, kuźniarka, młot mechaniczny itp.). Kucie na prasach nazywa się **prasowaniem**.

Kucie maszynowe dzieli się na swobodne i matrycowe. Najczęściej kucie maszynowe jest wykonywane na młotach. Młoty ze względu na zastosowanie dzieli się na: do kucia swobodnego i do kucia matrycowego. W zależności od rodzaju napędu rozróżnia się młoty: sprężynowe, sprężarkowe, parowo-powietrzne i inne (PN-90/M-68010 i PN-79/M-68203).

Na rys. 7-5 przedstawiono schemat młota sprężynowego. Bijak tego młota jest napędzany za pomocą płaskiego resoru, umocowanego przegubowo w środku swej długości w korpusie młota. Jeden koniec resoru jest połączony z bijakiem, a drugi z ciągiem łączącym się z mimośrodowym mechanizmem napędzającym. Ciężar bijaka w młotach sprężynowych nie przekracza 2 kN.

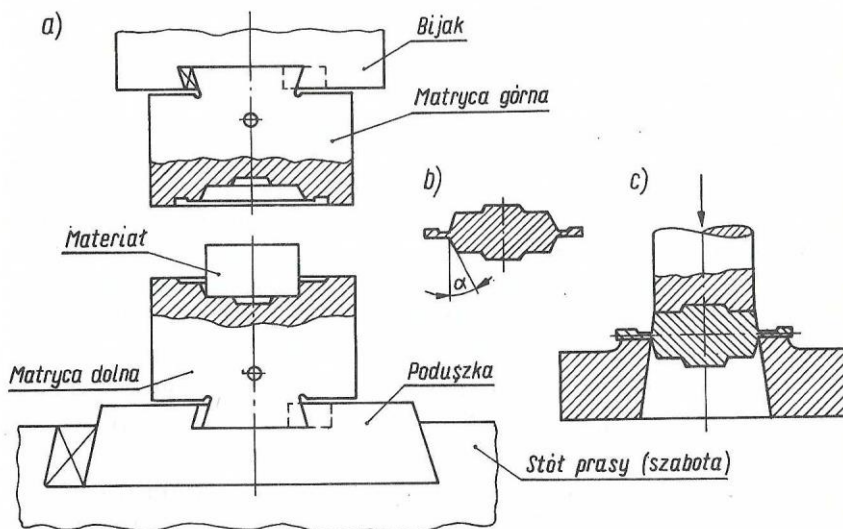


Rys. 7-5. Młot sprężynowy [9]



Nowoczesnym młotem stosowanym głównie do kucia swobodnego jest młot sprężarkowy, w którym bijak jest napędzany za pomocą sprężonego powietrza.

Kucie matrycowe odbywa się przez uderzanie młotem w nagrany metal, ułożony w wykroju matrycy (rys. 7-6). Matryca



Rys. 7-6. Kucie matrycowe: a) mocowanie matrycy, b) odkuwka, c) okrojnik

składa się z dwóch części: dolnej i górnej. Części te odtwarzają kształty zewnętrzne wyrobu. Dolna część matrycy podczas kucia znajduje się na stole prasy, natomiast część górna umocowana do bijaka młota lub suwaka prasy uderza w część dolną nieruchomą matrycy.

**Temperatura kucia.** Materiał do kucia nagrzewa się w ogniskach kowalskich, bądź w odpowiednich piecach. Nowoczesną metodą nagrzewania jest nagrzewanie oporowe za pośrednictwem prądu elektrycznego doprowadzonego do materiału. Stale wysokostopowe i narzędziowe nagrzewa się w dwóch etapach. Pierwszy etap to nagrzewanie stali do temperatury około  $700^{\circ}\text{C}$  i wygrzanie jej przez pewien czas dla wyrównania różnic temperatury między warstwą wierzchnią i środkowymi warstwami. Drugi etap nagrzewania trwa krótko i przebiega od temperatury nagrzewania do temperatury kucia. *Temperaturą kucia* nazywa się temperaturę powierzchni materiału w chwili jego wyładowania z pieca.

Temperaturę kucia stali określa się w przybliżeniu na podstawie barwy żarzenia, a lekkich metali — na podstawie barwy śladu powstałego po zarysowaniu nagrzanego metalu drewnianym wio-rem. Do dokładnego pomiaru temperatury służą odpowiednie przyrządy pomiarowe (termometry, pirometry).

W tablicy 7-1 podano graniczne temperatury nagrzewania i kucia w  $^{\circ}\text{C}$ .

### 7.3 Tłocznictwo

Tłoczenie materiałów może być wykonywane na zimno lub na gorąco. Obejmuje ono *wykrawanie* (cięcie) oraz *kształtowanie*, tj. gięcie i ciągnięcie przedmiotów. Wykrawaniem nazywa się proces tłoczenia, podczas którego następuje oddzielenie jednej części materiału od drugiej. Natomiast kształtowaniem nazywa się proces tłoczenia materiału, w czasie którego nie następuje oddzielenie materiału. Tłoczenie wykonuje się najczęściej na prasach.

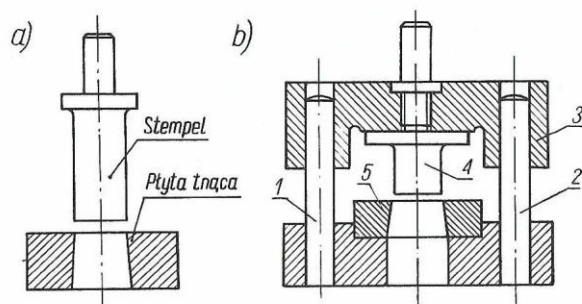
*Wykrawanie*, czyli cięcie wykrojnikiem (tłocznikiem), wykonywane zwykle na prasie, dzieli się na wycinanie, dziurkowanie, rozcinanie, odcinanie, okrawanie, wygladzanie.

Tablica 7-1

## Graniczne temperatury nagrzewania i kucia materiałów

Graniczne temperatury w °C				
Materiał	Nagrzewanie		Kucie	
	temperatury	barwy żarzenia	temperatury	barwy żarzenia
Stal konstruk. miękka twarda	700 ÷ 750	wiśniowo- czerwona	1150 ÷ 850	jasnożółta jasnoczerwona
	680 ÷ 700	wiśniowa	1050 ÷ 950	czerwonożółta żółtoczerwona
Stal narzędziowa węglowa N4E do N8	680 ÷ 700	wiśniowa	1050 ÷ 850	czerwonożółta jasnoczerwona
N9 do N12 Stal szybko tnąca: SW18 i SK5	680 ÷ 700	wiśniowa	1000 ÷ 800	żółtowiśniowa
SW9	800 ÷ 840	jasno- czerwona	1150 ÷ 950	żółtoczerwona
Brąz walcowniczy	800 ÷ 830	jasno- wiśniowa	1100 ÷ 900	jasnopomarań- czowa
Mosiądz kow. Stopy alum. Stopy magnezu	550 ÷ 600 350 ÷ 400	ciemno- brązowa	ok. 500 ok. 750 440 ÷ 480 ok. 350	ciemnowiśniowa

Wykrawanie wykonuje się na prasach za pomocą przyrządów zwanych *wykrojnikami* (rys. 7-7). Rozróżnia się wykrojniki bez prowadzenia i wykrojniki z prowadzeniem. W wykrojniku bez prowadzenia (rys. 7-7a) stempel zamocowany w suwaku prasy



Rys. 7-7. Wykrojniki: a) bez prowadzenia, b) z prowadzeniem słupowym [7]



wodzi się wraz z nim w prowadnicach maszyny. Płyta tnąca jest zamocowana na stole prasy w osi stempla. W wykrojniku z prowadzeniem (rys. 7-7b) stempel 4 jest zamocowany w głowicy 3 prowadzonej w dwóch słupach 1 i 2. Płyta tnąca 5 i stempel 4 są współosiowe, a otwór w płycie tnącej jest stożkowy. W wykrojnیکach tych wykrawanie odbywa się z większą dokładnością niż w wykrojnیکach bez prowadzenia.

Kształtowanie dzieli się na: gięcie, ciągnienie, obciąganie, wygniatanie, wywijanie, rozpęczanie, skręcanie, obciskanie, wyklepwanie, wyciskanie, wyoblanie itp.

Tłoczenie zależnie od sposobu wykonywania dzieli się na jednozabiegowe i wielozabiegowe, np. nadcinianie, wytłaczanie i wycinanie. Tłoczenie wielozabiegowe z kolei dzieli się na *tłoczenie wielotaktowe* oraz *tłoczenie jednoczesne*. Poza tym tłoczenie może być *pojedyncze* lub *wielokrotne*, tj. wykonywanie na kilku przedmiotach jednakowych zabiegów podczas skoku suwaka prasy.

Poza zwykłymi metodami tłoczenia stosuje się tłoczenie gumą, w których zadanie stempla lub matrycy spełnia guma, albo ciecz w gumowym worku lub za gumową przeponą przy tłoczeniu hydraulicznym. Zaletą tłoczenia gumą i tłoczenia hydraulicznego jest zmniejszenie kosztu wykonania tłoczніка, wadą — mniejsza wydajność tłoczenia i mniejsza trwałość tłoczніка.

Do nowoczesnych metod tłoczenia zalicza się:

- tłoczenie wybuchowe, przy którym wykorzystuje się energię detonacji materiałów wybuchowych,
- tłoczenie pneumatyczne, które polega na wykorzystaniu energii wysokoprężnych gazów,
- tłoczenie elektrohydrauliczne, polegające na wykorzystaniu energii wyładowań elektrycznych w cieczy,
- tłoczenie elektromagnetyczne, w którym wykorzystano działanie na blachę impulsu pola magnetycznego.

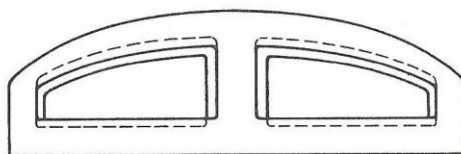
Najbardziej jest rozpowszechnione tłoczenie wybuchowe, wykonywane przeważnie w otwartym zbiorniku z wodą umieszczonym w ziemi. W tym przypadku na dnie zbiornika ustawia się matrycę, a na niej kładzie blachę przeznaczoną do tłoczenia. W pewnej odległości nad matrycą i blachą umieszcza się materiał wybuchowy, który detonując wytwarza falę uderzeniową, w wyniku czego blacha przyjmuje kształt wykroju matrycy.

**Zasady wykonania niektórych elementów nadwozi samochodowych.** Nadwozie samochodu składa się z następujących typowych elementów:

- przestrzennych części poszycia zewnętrznego i wewnętrznego,
- części szkieletu nadwozia,
- części płaskich nie wymagających przestrzennego kształtowania,
- części wykonanych z określonych kształtowników,
- części stosowanych do połączeń poszczególnych elementów lub zespołów nadwozia.

Podstawowe elementy nadwozi samochodowych wykonuje się z blach głębokotłocznych. Typowe części poszycia zewnętrznego i wewnętrznego można podzielić na kilka grup. W skład grupy pierwszej wchodzi przestrzenne części typu przedniego płata dachu. Na rys. 7-8 przedstawiono część przednią dachu autobusu. Część ta może być wykonywana wg czterech wariantów.

Rys. 7-8. Część przednia dachu autobusu



Wariant pierwszy to typowy proces technologiczny obejmujący operacje ręczne.

Wariant drugi (produkcja 30 ÷ 300 sztuk części) — proces technologiczny obejmuje:

- wytrasowanie półfabrykatu na arkuszu blachy głębokotłocznej,
- obcięcie półfabrykatu na nożycach, np. gilotynowych, wzdłuż linii wytrasowania,
- wykonanie kształtowej formy do tłoczenia gumą,
- obciągnięcie blachy na prasie do obciągania,
- wycięcie otworów i obcięcie zbędnej blachy na nożycach,
- wywiercenie potrzebnych otworów,
- ręczne wykończenie powierzchni ukształtowanej blachy za pomocą narzędzi blacharskich.

Wariant trzeci (produkcja 300 ÷ 5000 sztuk) różni się od poprzedniego tylko tym, że kształtowanie blachy odbywa się na prasach do tłoczenia, a przyrządy do tłoczenia wykonuje się z tworzyw sztucznych lub stopów cynkowo-aluminiowych.



Wariant czwarty różni się od wariantu trzeciego tym, że przyrządy do tłoczenia wykonuje się ze stali; wykonują one jednocześnie operacje wycinania otworów i obcinania zbytecznej blachy. Ten ostatni wariant jest stosowany w produkcji wielkoseryjnej.

## 7.4

### Walcownictwo

Walcownictwo obejmuje m.in. technologię wytwarzania półwyrobów i wyrobów walcowanych ze stali, metali nieżelaznych i ich stopów. Walcowanie metali może się odbywać na gorąco i na zimno za pomocą nacisków wywieranych na materiał przez obracające się walce, które nadają mu wymagany kształt. Bardzo cienkie blachy, taśmy i folie walcuje się na walcarkach wielowalcowych na zimno. Walcowanie kształtowników, prętów i walców polega na stopniowym kształtowaniu profilu walcowanego materiału, w kolejnych kalibrowanych wykrojach walców bruzdowych. Stosuje się walcowanie rur, obręczy kół, gwintów, kół zębatych, wielowypustów itp.

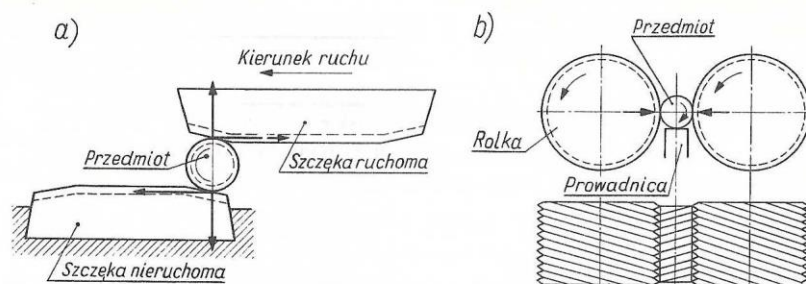
**Walcowanie gwintów.** Przy walcowaniu zarys gwintu uzyskuje się wskutek plastycznego odkształcenia. Walcowania gwintu można dokonać dwoma metodami:

- walcowanie szczękami (rys. 7-9a),
- walcowanie rolkami (rys. 7-9b).

Walcowanie gwintu szczękami polega na tym, że jedna ze szczęk jest umocowana nieruchomo na obrabiarce, a druga w ruchomym jej suwaku. W czasie pracy szczęki są przesunięte względem siebie o wartość połowy skoku gwintu, a na powierzchniach roboczych szczęk są nacięte rowki pochylone pod kątem równym kątowi wzniosu gwintu.

Walcowanie gwintu za pomocą rolek odbywa się na specjalnych obrabiarkach, wyposażonych w obracające się rolki ustawione do siebie równolegle. Przy walcowaniu gwintu za pomocą rolek uzyskuje się większą dokładność, ponieważ oś przedmiotu wspartego na prowadnicy znajduje się na linii łączącej środek rolek (rys. 7-9b).

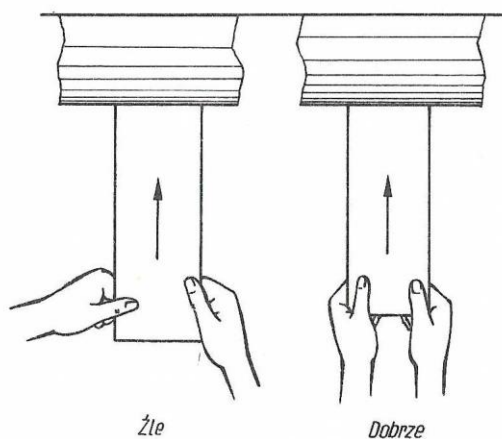
**Zasady bhp podczas obróbki plastycznej.** Każdy pracownik przed rozpoczęciem pracy powinien być zapoznany z instrukcją bhp



Rys. 7-9. Walcowanie gwintu: a) szczękami, b) rolkami [12]

obowiązującą na danym stanowisku pracy oraz wyposażony w odpowiednie ubranie i sprzęt ochronny. Wszystkie maszyny stosowane w działach obróbki plastycznej powinny być odpowiednio zabezpieczone. Młoty mechaniczne powinny być od strony przejścia osłonięte ścianką (ekranem), aby odpryskująca zgorzelina nie poparzyła przechodzących. Wszystkie koła zębate, pasy napędowe i wały obrotowe muszą być również osłonięte.

W walcowniach pracujących na zimno największym niebezpieczeństwem jest możliwość uchwycenia ręki przez walce, dlatego należy pamiętać o właściwym podawaniu walcowanego materiału (rys. 7-10). Poważna liczba wypadków polega na poranieniu rąk ostrymi krawędziami metalu.



Rys. 7-10. Podawanie blachy do walców

**Pytania kontrolne:**

- 1) Opisz i nazwij poszczególne narzędzia kowalskie i tłoczniki.
- 2) Opisz wykrawanie określonego przedmiotu za pomocą wykrojnika.
- 3) Opisz kucie matrycowe mechaniczne.