

Jerzy Sobolewski (red.) Stefan Kapiński

Technik wytwarzania. Projektowanie oprzyrządowania

Warszawa 2012



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Politechnika Warszawska
Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych
Kierunek studiów "Edukacja techniczno informatyczna"
02-524 Warszawa, ul. Narbutta 84, tel 22 849 43 07, 22 234 83 48
ipbmv.r.simr.pw.edu.pl/spin/, e-mail: sto@simr.pw.edu.pl

Opiniodawca: prof. dr hab. inż. Sławomir BIAŁAS

Projekt okładki: Norbert SKUMIAŁ, Stefan TOMASZEK

Projekt układu graficznego tekstu: Grzegorz LINKIEWICZ

Skład tekstu: Magdalena BONAROWSKA

Publikacja bezpłatna, przeznaczona dla studentów kierunku studiów
"Edukacja techniczno-informatyczna".

Copyright © 2012 Politechnika Warszawska

Utwór w całości ani we fragmentach nie może być powielany
ani rozpowszechniany za pomocą urządzeń elektronicznych, mechanicznych,
kopiujących, nagrywających i innych bez pisemnej zgody posiadacza praw
autorskich.

ISBN 83-89703-95-5

Druk i oprawa: STUDIO MULTIGRAF sp. z o.o.,
ul. Ołowiana 10, 85-461 Bydgoszcz

Spis treści

Wstęp	5
1. Projektowanie uchwytów obróbkowych.....	7
1.1. Wiadomości wstępne.....	8
1.2. Ustalanie przedmiotu w uchwycie.....	8
1.3. Mocowanie przedmiotu w uchwycie.....	22
1.4. Ustalanie położenia narzędzia względem przedmiotu obrabianego.....	31
1.5. Ustalanie uchwytu w stosunku do elementów roboczych obrabiarki	42
1.6. Korpusy uchwytów obróbkowych.....	46
1.7. Przykłady konstrukcji uchwytów	50
1.8. Informacje o zmianie oznaczeń stali.....	58
1.9. Literatura	62
2. Projektowanie tłoczników	63
2.1. Wiadomości wstępne.....	64
2.2. Cięcie i wykrawanie	68
2.3. Gięcie.....	71
2.4. Projektowanie procesu ciągnięcia	73
2.5. Elementy konstrukcji tłoczników	78
2.6. Przykłady konstrukcji tłoczników	94
2.7. Sposób zamocowania tłoczniaka na prasie i zapewnienie prawidłowej pracy	103
2.8. Podsumowanie.....	105
2.9. Literatura	106

Wstęp

Niniejsze materiały zostały opracowane w ramach realizacji Programu Rozwojowego Politechniki Warszawskiej współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego - PROGRAM OPERACYJNY KAPITAŁ LUDZKI. Przeznaczone są dla studentów kierunku EDUKACJA TECHNICZNO INFORMACYJNA” na Wydziale Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej.

Niniejsze opracowanie przygotowano dla przedmiotu pt. „Techniki wytwarzania – projektowanie oprzyrządowania”. Jego zawartość merytoryczna w pełni odpowiada zakresowi opisanemu w sylabusie opracowanym dla tego przedmiotu.

Całość opracowanych materiałów dydaktycznych dla ww. przedmiotu zawarta została w 2 rozdziałach. Rozdział 1 został poświęcony projektowaniu uchwytów obróbkowych specjalnych. Przedstawiono w nim podstawowe zasady ustalania i mocowania przedmiotów obrabianych, podano zasady ręcznych mocowań śrubowych oraz podano przykłady rozwiązań konstrukcyjnych uchwytów tokarskich, wiertarskich i frezarskich. W podrozdziale 1.8 podano informacje na temat aktualnych zmian systemu oznaczeń stali wg normy PN • EN 10027-1:1994.

W rozdziale 2 przedstawiono charakterystykę podstawowych procesów tłoczenia i zasady projektowania tłoczników oraz podano przykłady rozwiązań konstrukcyjnych tłoczników do wykrawania, gięcia i ciągnięcia.

Materiały aktualizujące do przedmiotu będą udostępniane studentom za pośrednictwem systemu e-learning.

1

Projektowanie uchwytów obróbkowych

W tym rozdziale:

- Ustalanie przedmiotu w uchwycie
- Mocowanie przedmiotu w uchwycie
- Ustalanie położenia narzędzia względem przedmiotu obrabianego
- Ustalanie uchwytu w stosunku do elementów roboczych obrabiarki
- Korpusy uchwytów obróbkowych
- Przykłady konstrukcji uchwytów
- Informacje o zmianie oznaczeń stali
- Literatura do rozdz. 1

1.1. Wiadomości wstępne

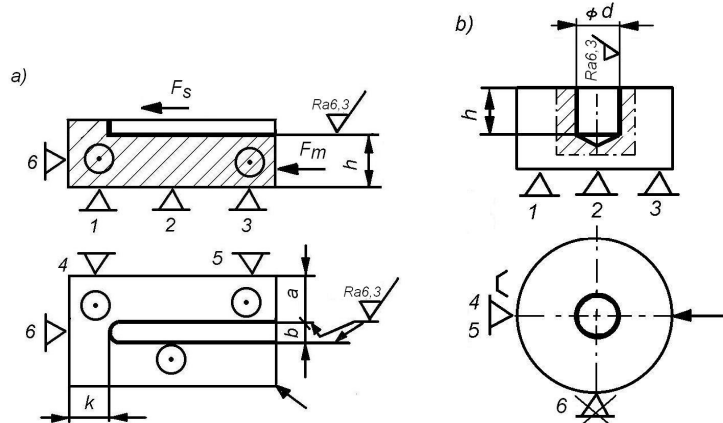
W obróbce skrawaniem stosowane jest oprzyrządowanie przedmiotowe i narzędziowe. W pracy opisano tylko uchwyty obróbkowe przedmiotowe, które służą do związania przedmiotu obrabianego z odpowiednim elementem na obrabiarce w celu wykonania określonej operacji. Uchwyty można podzielić na: uniwersalne, specjalizowane i specjalne. Uchwyty uniwersalne służą do obróbki przedmiotów o różnych kształtach i wymiarach w różnych operacjach. Przykładem takich uchwytów są znormalizowane uchwyty tokarskie i wiertarskie oraz imadła maszynowe. Uchwyty specjalizowane są to uchwyty uniwersalne dostosowane do danego przedmiotu lub danej operacji. **Uchwyty specjalne** są dostosowane do danego przedmiotu i danej operacji. Stosowanie uchwytów specjalnych umożliwia uproszczoną obsługę obrabiarki, skracając czasy pomocnicze oraz zapewnia wysoką dokładność obróbki. Ze względu na koszty stosowanie uchwytów specjalnych jest opłacalne tylko przy produkcji seryjnej. Uchwyt spełnia trzy podstawowe funkcje:

- nadaje przedmiotowi ściśle określone położenie w kierunkach mających wpływ na wynik obróbki (ustalenie),
- mocuje przedmiot w celu zapewnienia niezmiennego położenia podczas obróbki,
- ustala położenie narzędzia względem przedmiotu obrabianego (dotyczy np. uchwytów wiertarskich i frezarskich).

1.2. Ustalanie przedmiotu w uchwycie

Podstawą do projektowania uchwytów specjalnych są zalecenia technologa umieszczone za pomocą odpowiednich symboli w karcie instrukcyjnej operacji. Na rysunku 1.1 podano przykłady ustalania i mocowania przedmiotów obrabianych. Rysunek 1.1a przedstawia obróbkę (frezowanie) rowka nieprzelotowego (wymiar k) w prostopadłościanie na wymiar h . Rysunek 1.1b przedstawia obróbkę (wiercenie) otworu na głębokość

h. Na rysunkach przedstawiono też kierunki mocowania przedmiotu. Kierunek siły mocowania F_m powinien być równoległy lub prostopadły do siły skrawania F_s (dla celów dydaktycznych oznaczono numerami kolejne odebrane stopnie swobody, oraz podano oznaczenie sił i kierunek działania siły skrawania).



Rysunek 1.1. Przykłady ustawienia przedmiotu obrabianego: F_m – siła mocowania, F_s – siła skrawania: b , d , h , k – wymiary obróbcze

W celu ustalenia przedmiotu w postaci prostopadłościanu przedstawionego na rysunku 1.1a przyjęto następujący układ baz (są nimi odpowiednie powierzchnie przedmiotu):

- bazą główną jest dolna powierzchnia przedmiotu odbierająca 3 stopnie swobody (bazy cząstkowe oznaczone numerami 1, 2, 3),
- bazą drugorzędą jest dłuższa powierzchnia boczna odbierająca 2 stopnie swobody (bazy cząstkowe oznaczone numerami 4, 5),
- bazą trzeciorzędą jest baza cząstkowa oznaczona numerem 6.

Ustalenie przedmiotu, zetknięcie go z elementami oporowymi i dociśnięcie siłą (zamocowanie) nazywa się **ustawieniem** (ustawienie = ustalenie + zamocowanie). Jeśli przedmiotowi ten sam stopień swobody zostanie odebrany przez kilka różnych elementów ustalających to taki stan nazywamy **przestaleniem**. Przykład przestalenia podano na rysunku 1.1b, gdzie przyjęto, że bazą główną jest powierzchnia podstawy (numery 1, 2, 3) a drugorzędą jest powierzchnia walcowa (numery 4, 5

– elementem ustalającym jest pryzma). W tym przypadku obrót przedmiotu wokół osi wzdłużnej (6-ty stopień swobody) nie wpływa na wynik obróbki. Odebranie stopnia oznaczonego numerem 6 oznacza lokalne przestalenie, które prowadzi do błędnej konstrukcji uchwytu obróbkowego. Po zamocowaniu przedmiotu z przestaleniem mogą w nim wystąpić odkształcenia i naprężenia powodujące następnie błędy obróbki.

Konstrukcja elementów ustalających zależy od kształtu powierzchni ustalającej (bazy obróbkowej). Najczęściej spotykane powierzchnie ustalające to:

- płaszczyzna,
- powierzchnia walcowa zewnętrzna,
- powierzchnia walcowa wewnętrzna.

Do ustalenia na płaszczyźnie stosuje się następujące elementy oporowe:

- a. płaska płyta - gdy powierzchnia bazowa jest gładko obrobiona i niezbyt duża,
- b. dwie płytki oporowe - gdy powierzchnia bazowa ma większe wymiary i jest gładko obrobiona,
- c. trzy kołki oporowe.

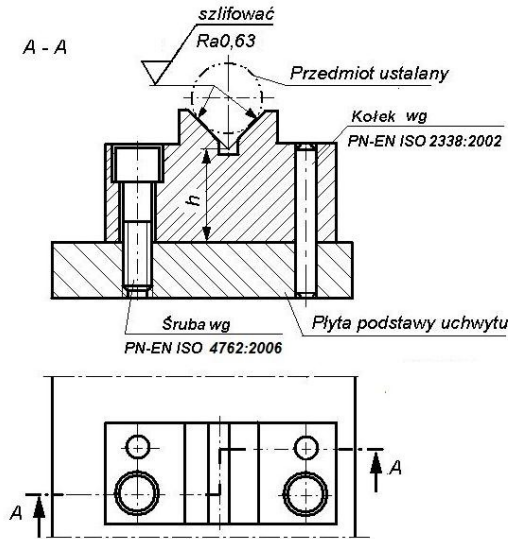
Płytki oporowe są przykręcane do korpusu uchwytu, kołki oporowe są wciśnięte. Kołki mogą mieć łby płaskie (dla powierzchni bazowej gładko obrobionej) lub nacięte (powierzchnia bazowa obrobiona zgrubnie lub surowa). Po zmontowaniu, powierzchnie ustalające płytek i powierzchni łbów kołków (płaskie) zostają wspólnie przeszlifowane.

Ustalenie na powierzchni walcowej zewnętrznej

Elementami ustalającymi są pryzmy i różne zespoły ustalające i samo-centrujące. Pryzmy służą do ustalania walcowych powierzchni obrobionych lub surowych (rysunek 1.2 i 1.3).

W zależności od konstrukcji pryzmy i sposobu ustalenia przedmiotu pryzmy wąskie mogą odbierać 2 a pryzmy długie (do ustalania wałków) 4 stopnie swobody. Rozróżnia się pryzmy stałe, przymocowane na stałe do korpusu uchwytu (rysunek 1.2) i pryzmy ruchome, które wykorzystuje się do ustalania i mocowania przedmiotu (rysunek 1.3). Na tym rysunku pokazano tylko część przedmiotu ustalanego, pozostała

część jest również ustalana np. w pryzmie stałej. Często, do szybkiego ustalania, stosuje się pryzmy z dociskiem sprężystym (rysunek 1.4).



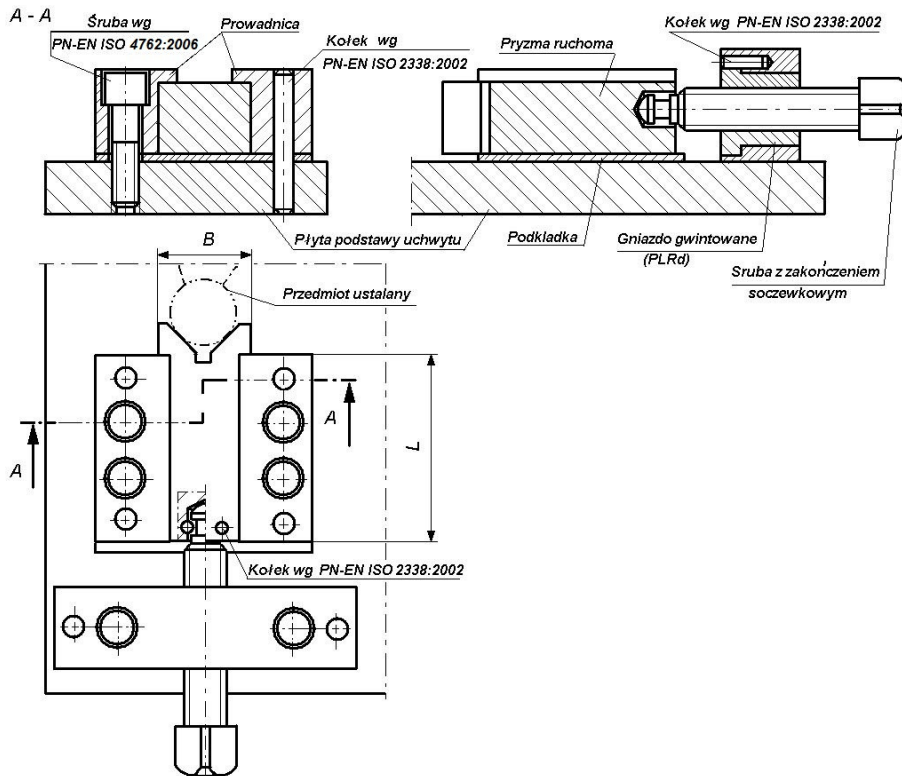
Rysunek 1. 2. Przykład konstrukcji pryzmy stałej

Pryzma o budowie jednolitej ma charakterystyczne wybranie, konieczne dla umożliwienia przeszlifowania powierzchni roboczych. Pryzmę wymiaruje się przez podanie kąta rozwarcia (najczęściej 90°) oraz wymiaru pośredniego h (rysunek 1.2). Pryzmę przykręca się do korpusu i ustala za pomocą dwóch kołków; **otwory na kołki są wiercone i rozwiercane wspólnie z korpusem**. Rysunek 1.3 pokazuje przykład konstrukcji pryzmy ruchomej.

UWAGA!

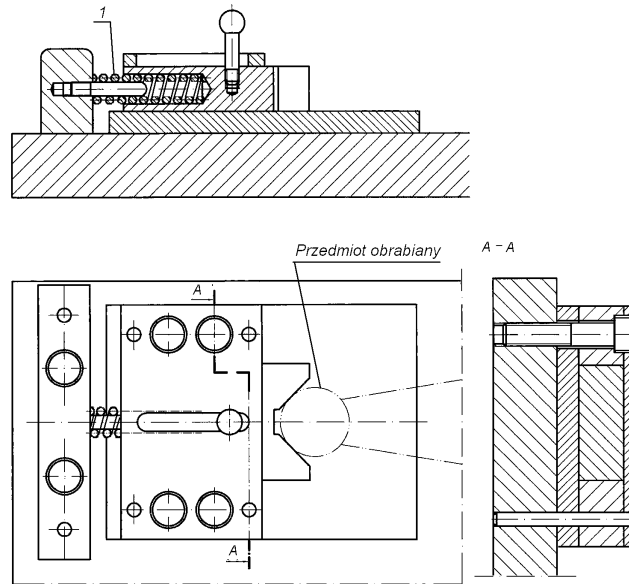
W celu zapewnienia płynnego, bez zacięć ruchu pryzmy należy zachować odpowiedni stosunek długości prowadzenia L do szerokości B : $L/B > 1,5$.

Do ustalenia na pełnej powierzchni walcowej służą tuleje stałe, lub zespoły samocentrujące. Przy stosowaniu tulei stałych powierzchnia bazowa musi być gładko obrobiona, a tolerancja średnicy tulei i przedmiotu powinna być niezbyt duża (na ogół nie większa niż IT8). Powierzchnia cylindryczna tulei odbiera 4-ry stopień swobody, kołnierz tulei (lub kołki oporowe) odbiera 5-ty stopień. Jeżeli istnieje potrzeba odebrania obrotu przedmiotu (6-ty stopień swobody) stosuje się najczęściej docisk osiowy do kołnierza tulei.

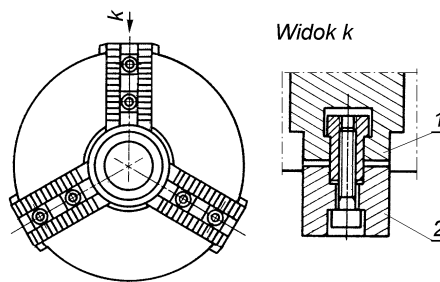


Rysunek 1.3. Przykład konstrukcji pryzmy ruchomej [3]

Zespoły samocentryżące ustalają względem osi wzdłużnych i najczęściej także mocują przedmioty. Typowymi zespołami samocentryżącymi są znormalizowane uchwyty tokarskie z dwiema, trzema lub czterema szczękami. Konstrukcja typowego uchwytu nie nadaje się do odtworzenia w uchwycie specjalnym, gdyż jest zbyt skomplikowana i kosztowna. Często natomiast wyposaża się uchwyty samocentryżące w dodatkowe szczęki 2 (rysunek 1.5) które są przykręcane do szczęk stałych 1. Szczęki przykręcane często są wykonywane jako miękkie i służą do mocowania przedmiotów cienkościennych i przedmiotów z dokładnie już obrobioną powierzchnią. Szczęki miękkie są dopasowywane do powierzchni przedmiotu obrabianego i przetoczone na wymiar tej powierzchni.



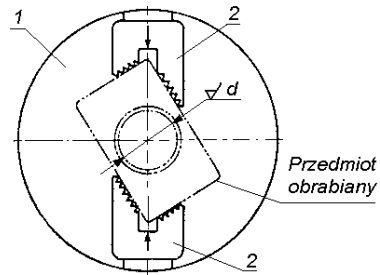
Rysunek 1.4. Pryzma ustalająca dociskana sprężyną 1
(wykonał M. Maśka)



Rysunek 1.5. Uchwyt trójszczękowy ze szczękami przykręcanymi 2

Na rysunku 1.6 pokazano przykład uchwytu dwuszcękowego ze szczękami specjalnymi 2 do ustalania i mocowania przedmiotu symetrycznego nieobrotowego o kształcie prostopadłościanu.

W uniwersalnych uchwytach dwuszcękowych często stosuje się tzw. śrubę rzymską z gwintem prawym i lewym (rysunek 1.7), jej obrót powoduje równoczesny ruch promieniowy szczęk. Często są one znormalizowane i wykonywane w kilku wielkościach (tabela 1.1).



Rysunek 1.6. Uchwyt dwuszcękowy ze specjalnymi szczękami 2:
1- korpus uchwytu [1]

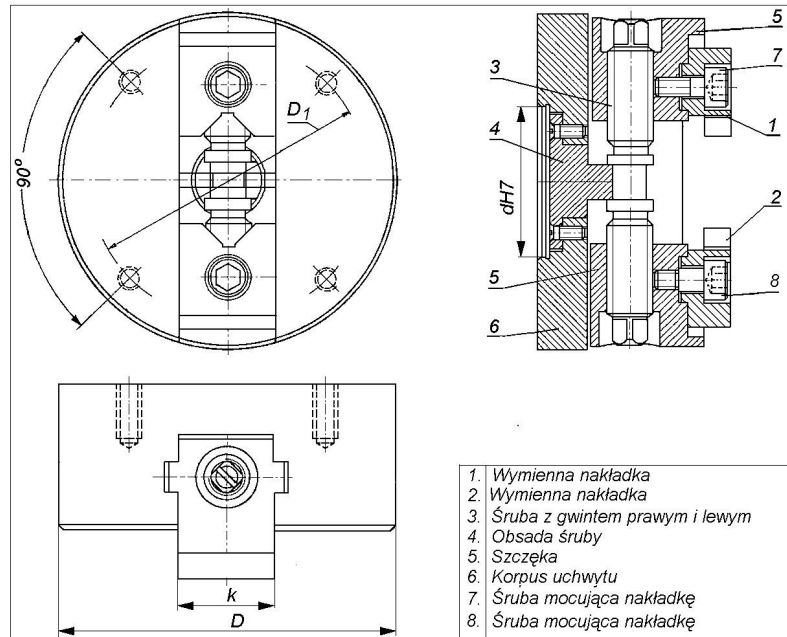
Tabela 1.1. Główne wymiary dwuszcękowych uchwytów samocentrujących śrubowych

D	D_i	k	$dH7$
300	250	70	180
250	215	60	140
200	170	50	140

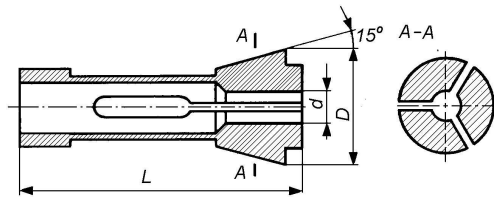
Obrót śruby 3 powoduje równoczesne przesuwanie się szczęk 5 umieszczonych w rowkach korpusu 6. Śruba jest ustalona (centrowana) za pomocą obsady 4. Na szczęki uchwytu nakłada się wymienne nakładki 1 i 2 przystosowane do kształtów i wymiarów obrabianego przedmiotu (podobnie jak na rysunku 1.6). Nakładki są utwardzane i mocowane do szczęk za pomocą śrub 7 i 8. W przypadku, gdy obie nakładki muszą pozostać nieruchome, są one centrowane występami w dokładnych rowkach wykonanych w szczękach.

Uchwyty dwuszcękowe ze śrubą rzymską można stosować nie tylko do obróbki przedmiotów o złożonych kształtach na tokarkach, ale także mogą być one zaadaptowane jako zespoły ustalające i mocujące w innych uchwytach specjalnych np. wiertarskich lub frezarskich.

Przykładem zespołu samocentrującego jest tuleja zaciskowa (rysunek 1.8). W tulejach zaciskowych można ustalać przedmioty z dokładnie obrabionymi powierzchniami. Dla niewielkich zmian średnicy przedmiotu w celu zwiększenia sprężystego odkształcenia promieniowego są przewidziane wzdłużne wycięcia na tulei co 120° . Zmiana średnicy przedmiotu d powoduje zmianę średnicy D tulei.

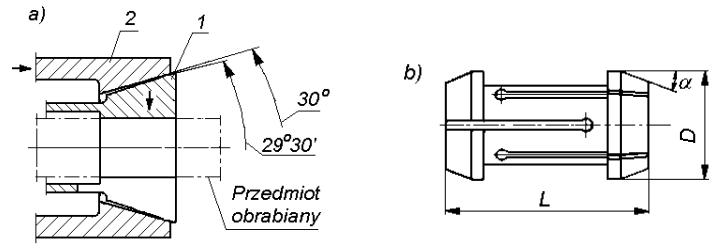


Rysunek 1.7. Uchwyt samocentryujący dwuszczkowy śrubowy



Rysunek 1.8. Tuleja zaciskowa

Na rysunku 1.9a pokazano tuleję z powierzchnią roboczą stożkową wciągana w gniazdo 2. Różnica między kątem tulei a kątem gniazda powoduje pewniejsze zamocowanie. W celu dalszej poprawy mocowania stosuje się tuleje zaciskowe dwustronne (rysunek 1.9b), mające powierzchnie stożkowe z obu końców i dwa gniazda mocujące.



Rysunek 1.9. Tuleja zaciskowa: a) – zasada działania tulei (z częścią roboczą jednostronną): 1 – stożkowa część tulei, 2 – ruchome gniazdo mocujące; b) tuleja dwustronna [2]

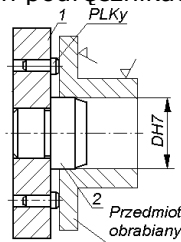
Ustalenie na powierzchni walcowej wewnętrznej

Elementami do ustalenia na powierzchni walcowej wewnętrznej (otworze) jest trzpień stały (rysunek 1.10) lub rozprężny (1.11). Trzpień jest typowym elementem do ustalenia przedmiotów w wielu operacjach tokarskich i szlifierskich. Przy stosowaniu trzpieni stałych powierzchnia bazowa musi być gładko obrobiona, a tolerancja średnicy trzpienia i przedmiotu powinna być nie większa niż IT7.

Przyjmuje się, że trzpień krótki odbiera 2, a trzpień długi 4 stopnie swobody. Przykład ustalania na powierzchni walcowej za pomocą trzpienia krótkiego oraz na powierzchni czołowej za pomocą kołków oporowych (3 kołki rozmieszczone na obwodzie podstawy przedmiotu odbierają 3 stopnie swobody) pokazano na rysunku 1.10.

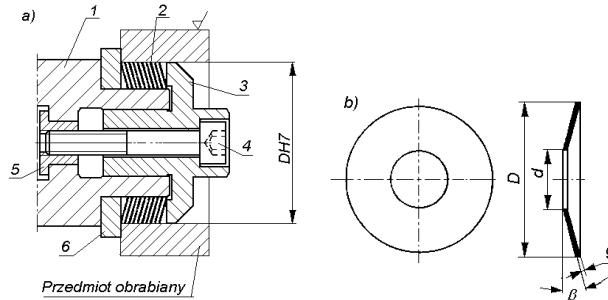
UWAGA!

Oznaczenie kołków (PLKy) podobnie jak i inne oznaczenia tego typu zamieszczone w pracy dotyczące elementów oprzyrządowania zostały wycofane z norm, pozostawiono je wyłącznie ze względów praktycznych (istniejące stare normy w zasobach bibliotecznych i w starszych podręcznikach).

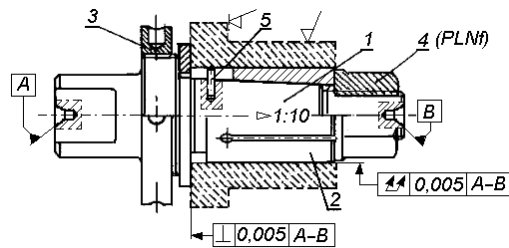


Rysunek 1.10. Ustalenie przedmiotu na trzpieniu stałym 2 i kołkach oporowych PLKy: 1 – płyta podstawowa uchwytu

Jeżeli zachodzi potrzeba odebrania 6-stego stopnia swobody (obrót wokół osi) należy zastosować mocowanie wzdłuż osi przedmiotu (co pokazano dalej na rysunku 1.17) lub mocowanie za pomocą trzpienia rozprężnego w który elementami ustalającymi i mocującymi są pakiety podkładek sprężystych 2 (rysunek 1.11) lub tuleja sprężysta (rysunek 1.12).

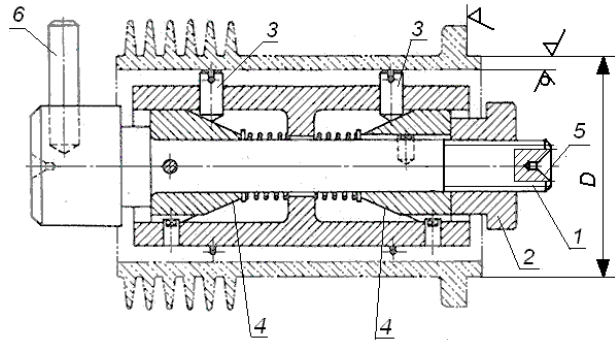


Rysunek 1.11. Trzpień rozprężny: a) z pakietem podkładek sprężystych 2: 1 – korpus uchwytu, 3 – tarcza dociskowa, 4 – śruba, 5 – gniazdo gwintowane, 6 – tarcza oporowa; b) wymiary konstrukcyjne podkładki



Rysunek 1.12. Trzpień rozprężny tokarski: 1 – korpus uchwytu ze stożkową częścią roboczą, 2 - tuleja rozprężna, 3 – nakrętka do spychania przedmiotu, 4 – nakrętka dociskowa, 5 – kołek oporowy

Trzpienie rozprężne mogą mieć różnorodne rozwiązania konstrukcyjne; przykład jednego z rozwiązań jest pokazany na rysunku 1.13. Jest to trzpień tokarski do toczenia zewnętrznej powierzchni bazowej D cylindra, która będzie bazą główną do wykonania następnych operacji. Bazowanie jest wykonywane za pomocą kołków rozporowych 3, rozmieszczonych w dwóch szeregach co 120° na obwodzie, bazą jest nieobrobiona powierzchnia tłoka (odlew kokilowy). Trzpień jest zaopatrzony w nakiełki 5 służące do ustalenia zespołu w kłach tokarki.



Rysunek 1.13. Specjalny trzpień rozprężny tokarski [2]: 1 – trzpień gwintowany, 2 nakrętka, 3 – kołki rozporowe, 4 – stożki, 5 – nakiełek, 6 - zabierak

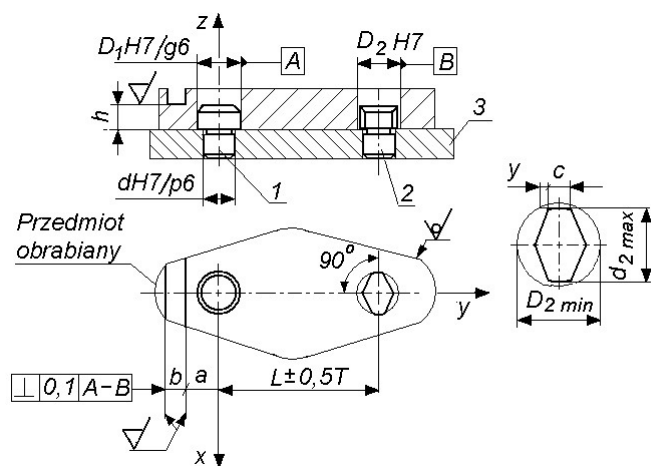
Baza w postaci dwóch małych otworów

Dwa małe otwory walcowe stanowią bazę która jest wykorzystywana do ustalania przedmiotu. Występują one zawsze razem z płaszczyzną, do której są prostopadłe. Elementami ustalającymi są kołki o niejednakowej konstrukcji (rysunek 1.14). Jeden z nich ma zarys pełny i odbiera przesunięcia w kierunku osi x, y, drugi - o zarysie ściętym - odbiera obrót wokół osi z. Ustalenie na płaszczyźnie i dwóch otworach odbiera wszystkie sześć stopni swobody i służy do frezowania rowka o szerokości b położonego w odległości a od otworu. Ustalenie na dwóch otworach jest bardzo często stosowane, zwłaszcza do ustalenia różnych korpusów. Jest to wygodna forma ustalania w wypadku kiedy powierzchnie zewnętrzne przedmiotu są surowe, najczęściej nie obrabiane (wykonywane np. jako odlewy lub odkuwki) i mogą być użyte jako baza tylko raz (właśnie w celu wykonania otworów bazowych w klasie IT7).

Jako otwory bazowe w przedmiocie mogą być wykorzystane np. otwory pod śruby wykonane specjalnie jako otwory technologiczne w klasie IT7, a tolerancje średnic kołków dla dużej dokładności wykonania wynoszą zazwyczaj g6 dla kołków pełnych oraz f7 lub e8 dla kołków ściętych. Ścięcie zarysu jednego z kołków ma na celu ułatwienie nałożenia przedmiotu (uniknięcie wpływu odchyłek odległości osi otworów L).

UWAGA!

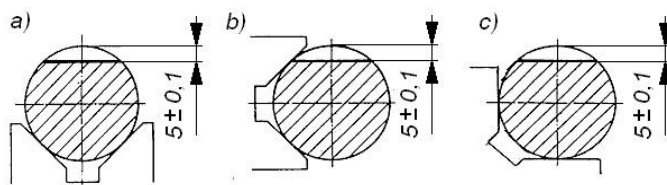
Powierzchnie ustalające kołka ściętego muszą być ustawione w pozycji prostopadłej do osi łączącej oba otwory ustalające (najmniejszy błąd ustalenia kąтового) a odległości L otworów i kołków wykonane z określonymi tolerancjami umożliwiającymi nałożenie przedmiotu na kołki.



Rysunek 1.14. Ustalanie przedmiotu na dwóch kulkach: pełnym 1 (PLCa) i ściętym 2 (PLCb) w celu frezowania rowka b: 3 - podstawa uchwytu, T – tolerancja odległości L otworów bazowych, $d_{1,2}$ – średnice kulek ustalających, $D_{1,2}$ – średnice otworów bazowych

W przypadku konieczności wykonywania specjalnych otworów technologicznych średnice otworów zależą od masy przedmiotu:
do 5 kg – 6 mm, około 15 kg - 10 mm, około 45 kg - 12 mm, około 120 kg – 16 mm.

Błędy ustalenia w uchwycie obróbkowym



Rysunek 1.15. Ustalanie walca w pryzmie: a) z dużym błędem, b) i c) z małym błędem [3]

Błąd ustalenia jest to różnica zaobserwowanego położenia przedmiotu w uchwycie i położenia teoretycznego. W celu uniknięcia żmudnej analizy wymiarowej często przyjmuje się, że błąd ustalenia nie może przekraczać 1/3 tolerancji wykonania.

Podczas ustalania w tulei stałej lub na trzpieniu stałym może wystąpić błąd współosiowości elementu bazowego i elementu ustalającego. Ustalanie na dwóch kulkach wywołuje błędy dwóch rodzajów:

- błąd ustalenia w kierunku osi x , y za pomocą kołka pełnego (analogicznie jak przy ustaleniu na trzpieniu),
- błąd ustalenia kąтового (obrót wokół osi z) za pomocą kołka ściętego (rysunek 1.14).

Najistotniejszym czynnikiem wpływającym na błąd ustalenia są odchyłki wymiaru (niekiedy także kształtu) obrabianego przedmiotu. Na błąd ustalenia w pryzmie na rysunku 1.15a mają duży wpływ odchyłki średnicy ustalanego wałka. Powodują one pionowe przemieszczenie punktów przekroju poprzecznego wałka. Niekiedy można konstrukcyjnie zmniejszyć wpływ tego błędu (błąd bazy), co pokazano na rysunku 1.15b, c.

Przykład obliczenia tolerancji odległości osi otworów bazowych:

Przedmiot ma być ustalony na dwóch otworach o średnicy $D_1 = D_2 = 12H7$, odległych o $L=200$ mm (rysunek 1.14). Przyjęto średnice kołków: $d_1 = 12g6$ (pełny), $d_2 = 12e8$ (ścięty). Wymiar $c = 3,6$ mm. Szczegółowa analiza błędów ustalania wraz z odpowiednimi przykładami obliczeń jest przeprowadzona np. w pracy [3]. Po obliczeniu luzów maksymalnych między otworami i kołkami wg wzorów zamieszczonych w [3] obliczono tolerancję $T \leq 0,111$ mm. Można więc odległość osi otworów bazowych w przedmiocie stolerować np. $200 \pm 0,05$. Natomiast przy założeniu, że pasowanie średnicy kołka ściętego jest takie same jak pełnego, czyli $12g6$, to okazałoby się, że musi być $T \leq 0,026$ mm, co jest technicznie zbyt trudne do wykonania.

Elementy podporowe

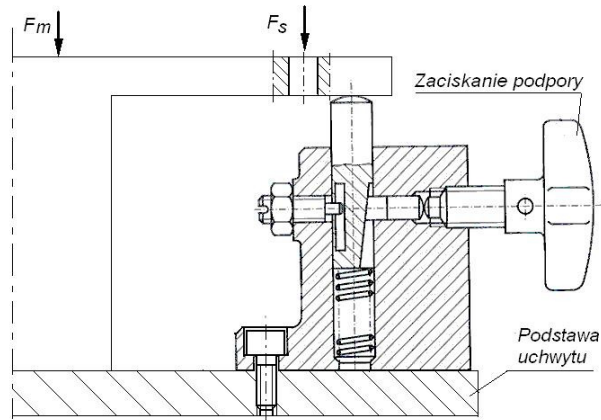
W celu uniknięcia przestalenia i zachowania odpowiedniej sztywności ustalonego i zamocowanego przedmiotu, stosuje się elementy i zespoły podporowe. Przykład konieczności użycia elementu podporowego przedstawiono na rysunku 1.16.

UWAGA!

Elementy podporowe samonastawne nie odbierają dodatkowych stopni swobody a jedynie powiększają lokalnie sztywność przedmiotu.

Głównym powodem stosowania elementów podporowych jest potrzeba uniknięcia odkształceń i drgań przedmiotu pod działaniem sił skrawania. W przedstawionym na rysunku 1.16 przykładzie konstrukcji podpory luz jest kasowany samoczynnie za pomocą sprężyny, a obsługujący obrabiarkę powinien jedynie zacisnąć element podporowy i zwolnić go po

zakończonych obróbce. Siła sprężyny podpórki musi oczywiście być znacznie mniejsza od siły mocowania (przy jednoczesnym uwzględnieniu masy przedmiotu). W zależności od liczby sił skrawania uchwyt może zawierać kilka elementów podporowych.



Rysunek 1.16. Przykład konieczności użycia elementu podporowego (podpora samonastawna PLKe: F_m – siła mocowania, F_s – siła skrawania)

Materiał i obróbka cieplna elementów ustalających

Elementy ustalające uchwytów obróbkowych muszą być obrobione cieplnie w celu zwiększenia odporności na zużycie. Nie należy ustalać przedmiotu, opierając go bezpośrednio na powierzchni korpusu uchwytu, który jest przeważnie wykonany ze stali węglowej konstrukcyjnej zwykłej jakości np. E295 (dawna St5), która nie podlega obróbce cieplnej.

Niewielkie elementy ustalające jak: kołki oporowe (szczególnie z łbem naciętym), kołki ustalające, niewielkie tulejki ustalające itp. - wykonuje się ze stali do ulepszenia cieplnego wg PN-EN 10083-1:1999 o średniej zawartości węgla, np. C55 i poddaje w całości hartowaniu. Można w ten sposób uzyskać znaczną wytrzymałość (minimum 650 MPa) i twardość (minimum 45 HRC).

Małe elementy o złożonych kształtach (np. różne tulejki, cienkie płytki itp.) wykonuje się ze stali narzędziowej stopowej do pracy na zimno wg PN-EN ISO 4957:2004, np. X210Cr12 (dawna N7E) lub 70MnMoCr8. Elementy takie są hartowane i odpuszczane w temperaturze około 180÷200°C do twardości około 60 HRC.

Większe elementy ustalające i elementy podporowe, jak: duże trzpienie, pryzmy, płytki oporowe itp. są wykonywane ze stali niestopowej do utwardzania powierzchniowego (o małej zawartości węgla), np. C15 wg PN-EN 10083-1:1999. Stale te są nawęglane na głębokość 0-8-1,2 mm a następnie hartowane (elementy robocze są po hartowaniu szlifowane). Uzyskuje się w ten sposób cienką (około 1 mm) warstewkę o znacznej twardości, przekraczającej 60 HRC; rdzeń pozostaje przy tym miękki. Do nawęglania nie nadają się elementy o cienkich ściankach, gdyż grozi wtedy przewęglanie „na wskroś” i znaczna kruchość. Zaletą nawęglania jest możliwość pozostawienia niektórych powierzchni bez utwardzenia, np. otwory gładkie lub gwintowane i gwinty zewnętrzne. Szczególnie ważna jest możliwość pozostawienia miękkimi tych miejsc gdzie będą wiercone otwory na kolki ustalające elementy z korpusem uchwytu.

Elementy sprężyste trzpieni rozprężnych i tulei zaciskowych wykonuje się ze stali sprężynowych wg PN-74/H-84032, np. 65 lub 65G, lub wg EN 10089, np. 54SiCr16 (stale do normalizowania i ulepszania cieplnego). Elementy sprężyste są hartowane i odpuszczane do twardości 40 ÷ 45 HRC.

UWAGA!

Projektując specjalny uchwyt obróbkowy, najlepiej korzystać z oryginalnych, ostatecznych wydań norm podanych na stronie PKN-u (www.pkn.pl). W razie ich braku można posługiwać się wyciągami z norm (o sprawdzonej aktualności) i w Internecie np. <http://www.akrostal.pl>

1.3. Mocowanie przedmiotu w uchwycie

Zamocowanie następuje po ustaleniu przedmiotu. Odbiera ono przedmiotowi pozostałe stopnie swobody w celu zapewnienia niezmienności jego położenia podczas obróbki.

Zamocowanie powinno spełniać następujące warunki:

1. siły i momenty mocujące muszą być większe od sil i momentów skrawania;

2. siły i momenty mocujące nie mogą powodować odkształceń sprężystych przedmiotu, które prowadziłyby do błędów obróbki. Bezpośrednio pod punktem działania każdej siły mocującej powinna się znaleźć podpora;
3. odkształcenia plastyczne przedmiotu są dopuszczalne jedynie w postaci śladów zakończeń elementów mocujących na surowej lub obrobionej zgrubnie powierzchni przedmiotu;
4. mechanizm mocujący powinien działać tak szybko aby czasy mocowania i odmocowania były możliwie krótkie;
5. mocowanie ręczne nie powinno się wiązać z dużym wysiłkiem fizycznym.

Uwzględniając źródło siły mocującej, zamocowania można podzielić na ręczne (śrubowe, krzywkowe, klinowe itp.) i mechaniczne (pneumatyczne, hydrauliczne, magnetyczne itp.). Ze względu na powszechność stosowania przedmiotem bliższej analizy będą głównie zamocowania ręczne śrubowe, które należą do najprostszych, a zarazem najpewniejszych sposobów mocowania.

Zamocowania gwintowe ręczne

Przy projektowaniu mechanizmów gwintowych należy przestrzegać następujących zasad:

1. Wyjęcie przedmiotu z uchwytu powinno być możliwe po zluźnieniu śruby (nakrętki). Należy unikać konstrukcji w której do wyjęcia przedmiotu należałoby wykręcić śrubę lub nakrętkę.
2. Należy stosować śrubę lub nakrętkę obracaną elementem połączonym z nią na stałe (pokrętle, rękojeścią itp.). Jedynie z powodu braku miejsca należy użyć klucza nasadowego, współpracującego z nakrętką czterokątną która jest o wiele trwalsza, niż sześciokątna (patrz np. rysunek 1.18) lub ze śrubą z końcówką mocującą czterokątną (patrz np. rysunki 1.3 i 1.7). Stosowanie normalnego klucza płaskiego jest dopuszczalne ale nie zalecane.
3. Nacisk urządzenia mocującego nie powinno powodować trwałego odkształceniem przedmiotu. Do obliczenia siły nacisku przyjmuje się siłę ręki działającej na rękojeść 150 N.
4. Mechanizm gwintowy musi mieć odpowiednią trwałość, gdyż jest używany z krótkimi jedynie przerwami bardzo wiele razy

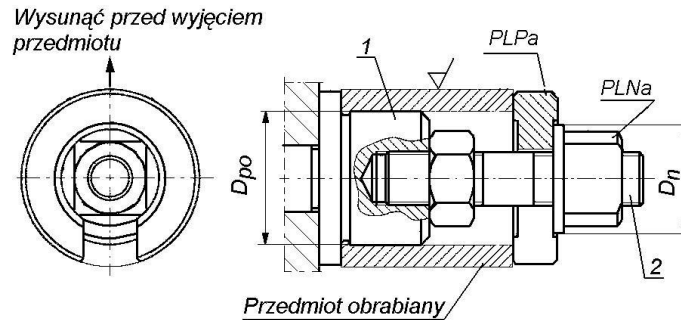
toteż należy koniecznie stosować wymienne gniazda gwintowe. Elementy układu (dźwignie, dociski) należy obliczać wytrzymałościowo, zakładając największą siłę ręki 350 N.

Wzory na siłę docisku rozwijaną przez elementarny mechanizm gwintowy o działaniu bezpośrednim podano w [3].

UWAGA!

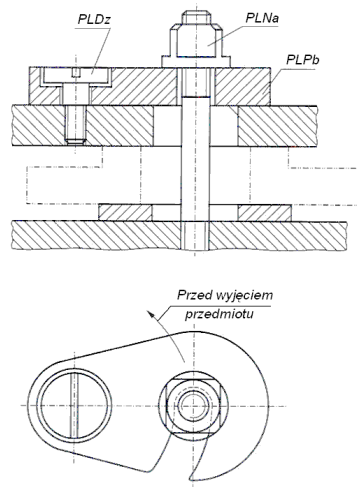
W praktyce warsztatowej przyjmuje się najczęściej mocowanie śrubami o gwincie nie mniejszym niż M12. Warunek ten wynika z wytrzymałości gwintu śruby, przy stosowaniu mniejszych średnic gwintu i stosowaniu klucza płaskiego może nastąpić zerwanie gwintu przez pracownika obsługującego uchwyt.

Jednym z najprostszych przykładów mocowania gwintowego pokazano na rysunku 1.17. Przy projektowaniu tego zamocowania dzięki użyciu podkładki wysuwnej *PLPa* nie jest konieczne całkowite wykręcenie nakrętki mocującej. Należy jednak zwrócić uwagę na to, że wymiar kołnierza nakrętki (*PLNa*) musi być mniejszy od średnicy otworu mocowanego przedmiotu ($D_n < D_{po}$). Dla przyjętej średnicy gwintu śruby M12 średnica kołnierza nakrętki $D_n=25$, zatem $D_{po} > 25\text{mm}$.



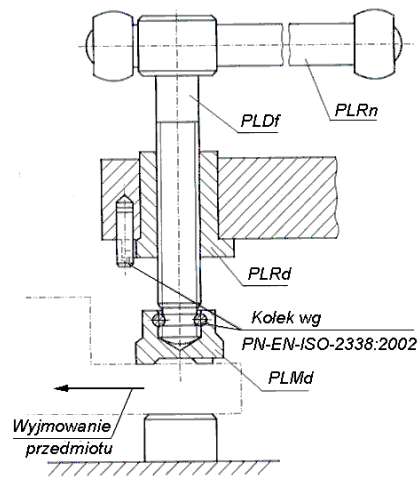
Rysunek 1.17. Przykład mocowania gwintowego z użyciem podkładki wysuwnej *PLPa*: 1 – trzeźń ustalający, 2 – śruba dwustronna

W sposobie przedstawionym na rysunku 1.18 użyto podkładki odchylnej *PLPb*. Oba sposoby znacznie skracają czas potrzebny na zamocowanie i odmocowanie przedmiotu.



Rysunek 1.18. Przykład mocowania gwintowego z użyciem podkładki odchyłnej PLPb [3]

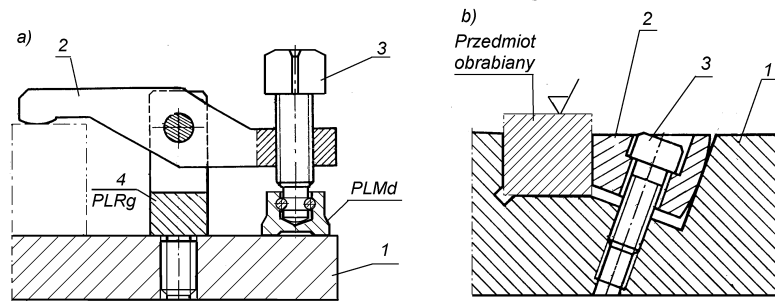
Przykład mocowania gwintowego w którym przedmiot może być wyjęty w kierunku prostopadłym do osi śruby mocującej pokazano na rysunku 1.19. Należy tu zwrócić uwagę na użycie wymiennego gniazda gwintowego PLRd i sposób jego osadzenia w korpusie (kołnierz przenosi reakcję od siły mocowania).



Rysunek 1.19. Przykład mocowania gwintowego z użyciem stopki wahliwej PLMd. [3]

W tym rozwiązaniu zastosowano wahliwą stopkę dociskową PLMd, zapewniającą samonastawność i docisk na większej powierzchni.

Inny przykład zamocowania z użyciem stopki wahliwej i możliwości bocznego wyjęcia przedmiotu przedstawiono na rysunku 1.20a. Na rysunku 1.20b pokazano przykład mocowania za pomocą docisku klinowego. Takie zastosowanie docisku umożliwia swobodną obróbkę (frezowanie) powierzchni przedmiotu ponieważ elementy mocujące są umieszczone poniżej toru narzędzia



Rysunek 1.20. Przykłady mocowania: a) za pomocą docisku dźwigniowego; b) za pomocą docisku klinowego; 1- korpus przyrządu, 2 – docisk, 3 - śruba dociskowa, 4 - widelki

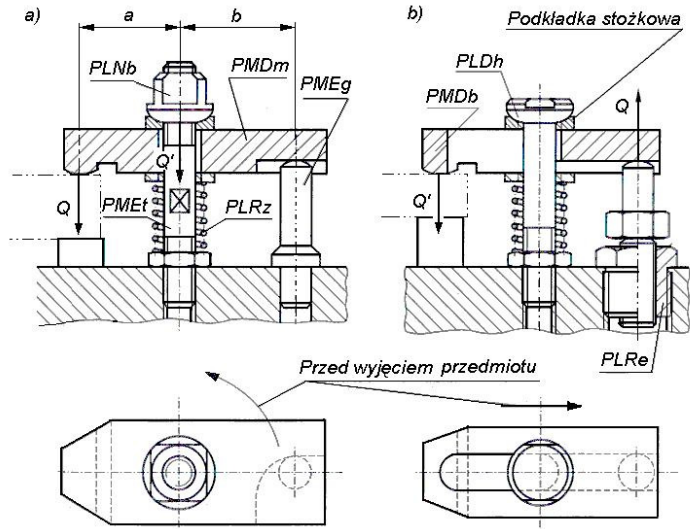
Do najczęściej spotykanych zamocowań gwintowych pośrednich należą zamocowania z użyciem łapy dociskowej działającej na zasadzie dźwigni (rysunek 1.21).

Rysunek pokazuje dwa typowe przykłady użycia łapy dociskowej prostej; w rozwiązaniu (a) siła docisku Q jest zawsze mniejsza od siły Q' rozwijanej przez śrubę, natomiast w rozwiązaniu (b) można tak dobrać wymiary łapy, aby $Q' > Q$. Wariant (a) ze względu na prostotę konstrukcji jest częściej stosowany mimo, że z punktu widzenia przełożenia siły Q'/Q jest mniej korzystny.

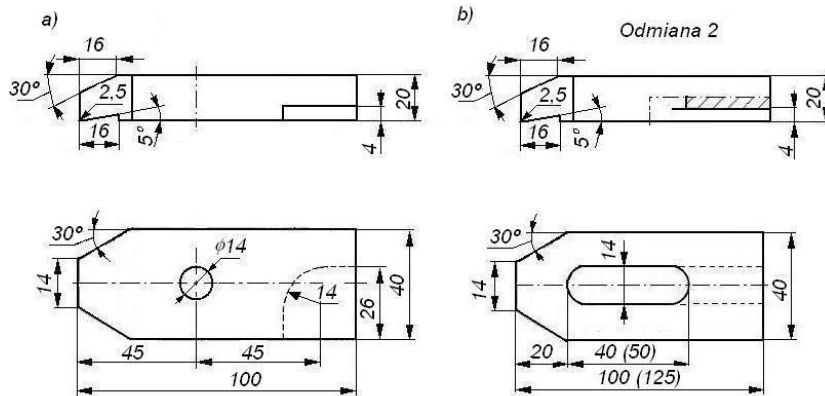
UWAGA!

Należy zwrócić uwagę na zastosowanie sprężyny podtrzymującej łapę, a także podkładki stożkowej umożliwiającej mocowanie przedmiotów o wysokości zmiennej w polu tolerancji.

W obu przypadkach z rysunku 1.21 przedmiot można wyjąć do góry po zluźrowaniu śruby, w wariantcie (a) dokonuje się tego przez obrót łapy, w (b) - przez jej przesunięcie. Na rysunku 1.22 pokazano wymiary obu typów łap używanych do mocowania śrubami M12 i przykłady ich oznaczenia.

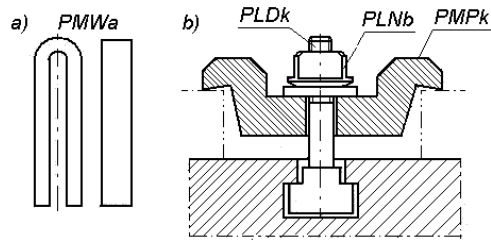


Rysunek 1.21. Mocowanie łapą dociskową prostą [3]; a) obracaną; b) odsuwaną



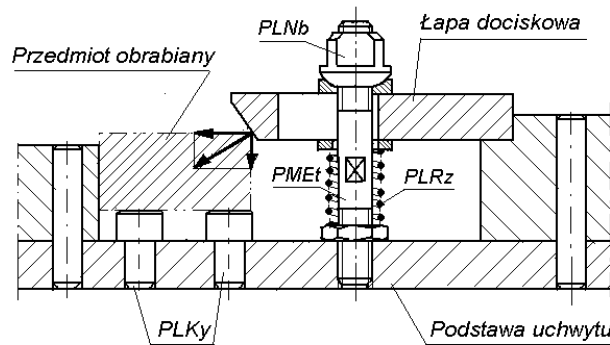
Rysunek 1.22. Wymiary konstrukcyjne łap dociskowych prostych dla śrub M12; a) obracanej; b) odsuwanej z rowkiem prowadzącym (odmiana 2)

Stosowane są różne postaci konstrukcyjne łap. Na rysunku 1.23a przedstawiono łapę widlastą zwykłą, a na rysunku 1.23b przykład zastosowania łapy korytkowej obracanej, która mocuje równocześnie 2 przedmioty bezpośrednio na stole obrabiarki.



Rysunek 1.23. a) Łapa dociskowa widlasta zwykła; b) przykład zastosowania łapy dociskowej obracanej korytkowej

Przykład zastosowania łapy dociskowej która jednocześnie dociska przedmiot z góry i z boku przedstawia rysunek 1.24.

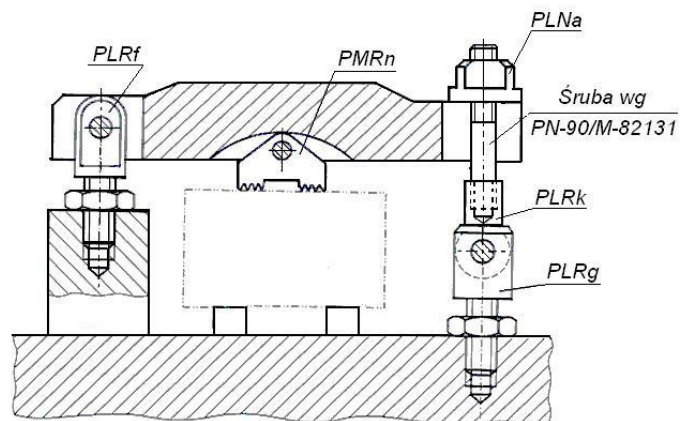


Rysunek 1.24. Przykład mocowania przedmiotu łapą dociskającą przedmiot z góry i z boku

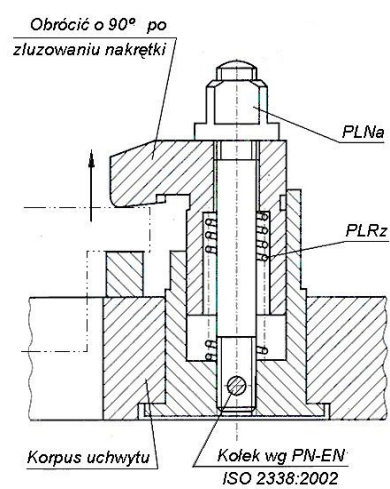
Podobną do łapy dociskowej zasadę działania ma zarzutka, która umożliwia bardzo wygodne wyjmowanie przedmiotu z uchwytu (rysunek 1.25).

Stosuje się wiele bardzo różnorodnych rozwiązań zamocowań gwintowych pośrednich, dosyć często stosowane są łapy hakowe (rysunek 1.26)

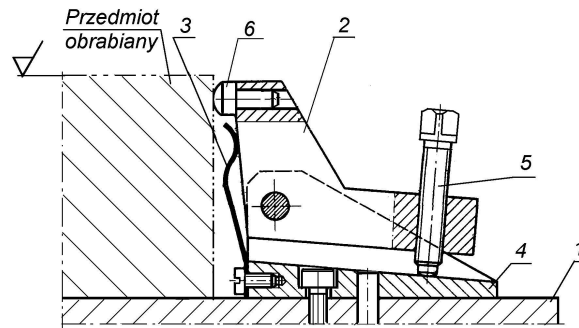
Ciekawym rozwiązaniem jest mocowanie pozwalające docisnąć przedmiot obrabiany z boku (rysunek 1.27), co umożliwia obróbkę górnej powierzchni przedmiotu obrabianego. Dzięki zastosowaniu elementu sprężystego 3 dźwignia mocująca 2 jest utrzymywana w stałym położeniu.



Rysunek 1.25. Zarzutka pionowa jako element mocujący [3]



Rysunek 1.26. Zespół dociskowy hakowy PMEc [3]



Rysunek 1.27. Zespół mocujący przedmiot z boku: 1 – podstawa uchwytu, 2 – dźwignia, 3 – sprężyna płaska, 4 – korpus dźwigni, 5 – śruba dociskowa, 6 – kołek oporowy PLNn

Materiały i obróbka cieplna elementów mocujących

Elementy układów mocujących uchwytów obróbkowych są poddawane znacznym naprężeniom (decydującym parametrem jest zazwyczaj wytrzymałość, najczęściej na zginanie), a często także naciskom powierzchniowym. Typowym materiałem na elementy mechanizmów mocujących jest stal niskostopowa do utwardzania powierzchniowego i ulepszenia cieplnego wg PN-EN 10083-1:1999 o średniej zawartości węgla, np. C45. Elementy są ulepszone cieplnie ($25 \div 40$ HRC), a niektóre fragmenty, np. końcówki dociskowe, hartowane do $45 \div 50$ HRC. Elementy poddane znacznym naciskom i siłom tarcia wykonuje się ze stali niskowęglowej zgodnie z wymienioną normą, np. C15, nawęgla i hartuje.

UWAGA!

W uchwytach stosuje się czasem ręczne zamocowania krzywkowe. Zamocowania krzywkowe są jednak mniej pewne niż gwintowe; ponieważ zacisk krzywkowy może samoczynnie poluzować się pod wpływem silnych drgań podczas obróbki, zatem ze względu na bezpieczeństwo nie są stosowane w uchwytach tokarskich i frezarskich. Dociski krzywkowe najczęściej są stosowane w uchwytach wiertarskich i uchwytach montażowych do spawania.

1.4. Ustalanie położenia narzędzia względem przedmiotu obrabianego

Wprowadzenie

Elementy ustalające położenie narzędzia w uchwycie obróbkowym stosuje się w następujących przypadkach:

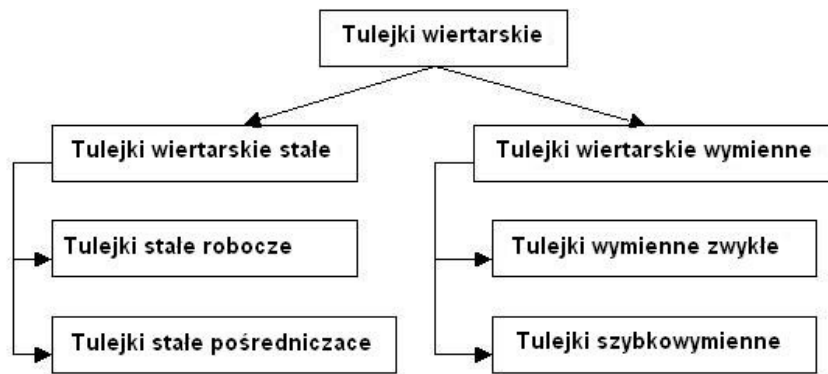
1. gdy układ obrabiarka-narzędzie nie jest wystarczająco sztywny i zachodzi konieczność prowadzenia narzędzia podczas skrawania. Przypadek ten jest zachodzi zwłaszcza dla operacji wiercenia, rozwiercania oraz dla niektórych odmian wytaczania;
2. gdy wymiar uzyskiwany przez obróbkę zależy od ustawienia narzędzia i celowe jest ułatwienie ustawiania – przypadek ten jest typowy dla frezowania, spotyka się go także przy toczeniu i wytaczaniu. Ustawiaki do frezowania znajdują zastosowanie jedynie w uchwytach dla frezarek konwencjonalnych (bez sterowania numerycznego).

Ad. 1. Elementem prowadzącym narzędzie jest **tulejka wiertarska** (rysunek 1.29), która jest osadzona zwykle w płycie wiertarskiej, lub tulejka wytaczarska (osadzona w korpusie uchwytu).

Ad.2. Elementy służące do szybkiego ustawienia obrabiarki na wymiar operacyjny nazywane są **ustawiakami**. Stosowanie ich znacznie skraca czas przygotowawczo-zakończeniowy.

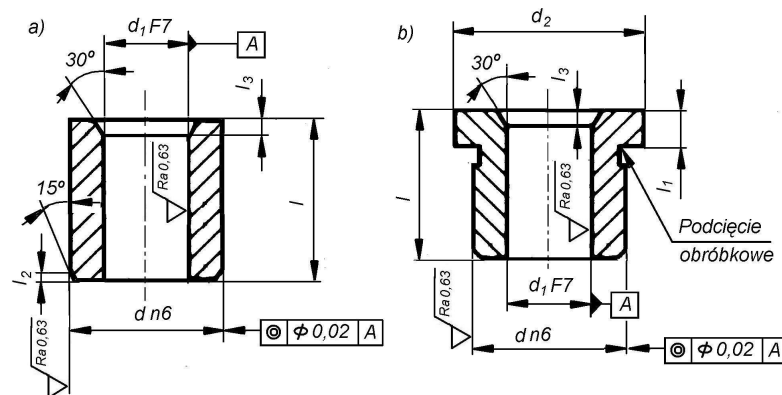
Tulejki wiertarskie

Tulejki wiertarskie zależnie od przeznaczenia dzielą się na tulejki stałe i tulejki wymienne. Definicje i zbiór terminów dotyczących tulejek wiertarskich zawarto w PN-M-61250:1992 (identyczna z ISO 4248:1978). Klasyfikację tulejek podano na rysunku 1.28.



Rysunek 1.28. Klasyfikacja tulejek wiertarskich

Tulejka stała robocza - (rysunek 1.29) służy do prowadzenia narzędzia podczas obróbki jednozabiegowej (najczęściej jest to wiercenie). **Tulejka stała pośrednicząca** służy do osadzenia tulejki wymiennej zwykłej lub szybkowymiennej (patrz dalej).



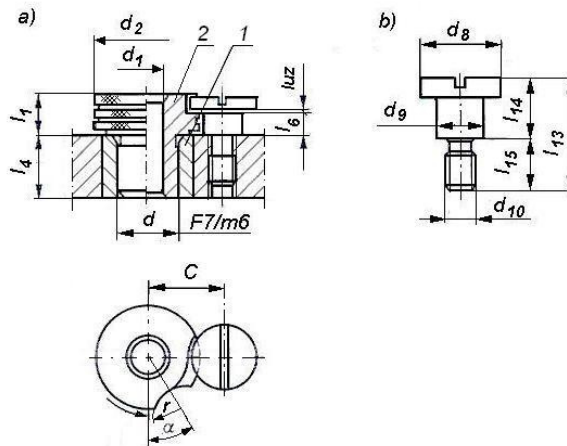
Rysunek 1.29. Tulejki wiertarskie stałe (robocze i pośredniczące):
a) bez kołnierza, b) z kołnierzem (tabela 1.2)

Najprostszą konstrukcją ma tulejka stała bez kołnierza (rysunek 1.29a) lub z kołnierzem. (rysunek 1.29b). Kołnierz może służyć do ograniczenia ruchu narzędzia przez użycie zderzaka lub umożliwić mocowanie przedmiotu przez docisk płytą wiertarską z „odwrotnie” ustawionymi tulejkami. Tulejki z kołnierzem stosuje się także w przypadku cienkiej płyty wiertarskiej.

UWAGA!

Taka sama tulejka stała może być zastosowana do prowadzenia narzędzia jako tulejka robocza albo do osadzania tulejki wymiennej (i wtedy staje się tulejką pośredniczącą). Różnica między tymi tulejkami ma jedynie charakter normalizacyjny, ponieważ tulejki robocze muszą mieć gęściej stopniowany otwór (tabele 1.2 i 1.3).

Tulejka **szybkowymienna** (rysunek 1.30) przeznaczona jest do prowadzenia narzędzia podczas obróbki wielozabiegowej; osadzona jest w **tulejce stałej (pośredniczącej)** i wymienia się ją po wykonaniu zabiegu na tulejkę pośredniczącą o innej średnicy otworu roboczego, zgodnej ze średnicą kolejnego narzędzia (wierćła lub rozwiertaka).

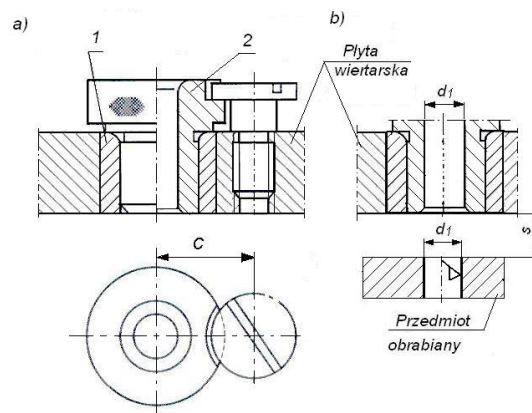


Rysunek 1.30. Montaż tulejek w płycie wiertarskiej: a) tulejka szybkowymienna 2 osadzona w tulejce stałej (pośredniczącej) 1 i zabezpieczona wkrętem; b) wymiary wkręta zabezpieczającego (tabela 1.4)

Tulejka pośrednicząca służąca do osadzenia tulejki wymiennej może być bez kołnierza lub - jeśli np. płyta wiertarska jest stosunkowo cienka - z kołnierzem wystającym. Tulejkę szybkowymienną należy zabezpieczyć przed obrotem i wysunięciem z tulejki stałej. Służy do tego wkręt (rysunek 1.30b), płytka zabezpieczająca lub kołek osadzony w kołnierzu tulejki wymiennej. Wkręt jest korzystniejszy przy mniejszych tulejkach (orientacyjnie - o średnicy roboczej do 12 mm). Wszystkie rozwiązania można stosować w całym zakresie wymiarów znormalizowanych tulejek wymiennych, tzn. przy średnicach roboczych do 48 mm.

Zabezpieczenie musi umożliwiać szybkie wyjęcie tulejki, po jej niewielkim obróceniu w kierunku, przeciwnym do obrotu narzędzia. Wyjęcie ułatwia dość wysoki, radełkowany kołnierz tulejki. Kołnierz jest znakowany dla uniknięcia mylnej kolejności tulejek: jeden pasek - tulejka do wiercenia, dwa paski (jak na rys. 1.30) - tulejka do rozwiercania zgrubnego, bez pasków - tulejka do obróbki wykańczającej.

Tulejka wymienna zwykła służy do prowadzenia narzędzia przy obróbce jednozabiegowej. Można ją wyjąć z tulejki stałej (pośredniczącej), lecz wymaga to wykręcenia zabezpieczenia. Kołnierz tulejki wymiennej zwykłej jest jednak inaczej ukształtowany (rysunek 1.31), a więc do wyjęcia tulejki po jej zużyciu konieczne jest wykręcenie wkrętu. Tulejki wymienne zwykle stosuje się w oprzyrządowaniu do produkcji wielkoserijnej i masowej w celu uniknięcia demontażu tulejek stałych w wyniku ich zużycia, które następuje praktycznie po 5000 wierceniach.



Rysunek 1.31. Montaż tulejek w płycie wiertarskiej: a) tulejka wymienna zwykła 2 osadzona w tulejce stałej (pośredniczącej) 1 i zabezpieczona wkrętem; b) odległość s czoła tulejki od przedmiotu obrabianego

Istotną rolę odgrywa odległość tulejki od obrabianej powierzchni (rysunek 1.31). Zależy ona od materiału obrabianego przedmiotu. Jeśli podczas obróbki powstaje wiór ciągły, np. przy wierceniu w stali, tulejka może się opierać o powierzchnię przedmiotu, a wiór nie trze o powierzchnię roboczą tulejki. Między powierzchnią przedmiotu a tulejką przewiduje się zazwyczaj pewną odległość $s=(0,1\div 1)d_f$, przy czym większe wartości odnoszą się do obróbki z wiórem odpryskowym (np. żeliwo).

Podstawowe wymiary tulejek pośredniczących roboczych podano w tabeli 1.2, roboczych w tabeli 1.3, wymiennych w tabeli 1.4 a wymiary wkrętów zabezpieczających w tabeli 1.5.

Tabela 1.2 Podstawowe wymiary tulejek stałych i pośredniczących (rysunek 1.29)

Średnica otworu d_1 (F7)	Średnica zewnętrzna d (n6)	Kołnierz		Długość l		
		Średnica d_2 (h13)	Wysokość l_1	Krótką	Długa	Bardzo długa
8	12	15	3	10	16	-
10	15	18		4	12	20
12	18	22	16		28	36
15	22	26				
18	26	30	5	20	36	45
22	30	34				
26	35	39		25	45	56
30	42	46				

Tabela 1.3 .Podstawowe wymiary tulejek roboczych (rysunek 1.29)

Średnica otworu d_1 (F7)	Średnica zewnętrzna d (n6)	Kołnierz		Długość l		
		Średnica d_2 (h13)	Wysokość l_1	Krótką a	Długa	Bardzo długa
2,6÷3,3	6	9	2,5	8	12	16
3,3÷4	7	10				
4÷5	8	11				
5÷6	10	13	3	10	16	20
6÷8	12	15				
8÷10	15	18		4	12	20
10÷12	18	22	16		28	36
12÷15	22	26				
15÷18	26	30				
18÷22	30	34	5	20	36	45
22÷26	35	39				
26÷30	42	46		25	45	56

ROZDZIAŁ 1

Pasowania znormalizowanych tulejek wiertarskich nie są znormalizowane (F7/m6 - rysunek 1.30) w celu zapewnienia niewielkiego luzu.

Tabela 1.4 Podstawowe wymiary tulejek wymiennych (rysunek 1.30, 1.31)

Średnica otworu d_1 (F7)	Średnica zewnętrzna d (m6)	Kołnierz				Długość bez kołnierza l_4			C min	r	
		d_2 (h13)	l_6	l_1	α°	krótka	długa	bardzo długa			
0÷4	8	15	3	8	65	10	16	-	11,5	7	
4÷6	10	18				4	10	60	12		20
6÷8	12	22	5,5	12	30				16	28	36
8÷10	15	26				50	18				
10÷12	18	30				20					
12÷15	22	34	7	16	35	20	36	45	23,5	10,5	
15÷18	26	39							26		
18÷22	30	46							29,5		
22÷26	35	52							32,5		
26÷30	42	59							36		
30÷35	48	66	30	56	67	36	41	12,5			

Tabela 1.5 Wymiary wkrętów zabezpieczających (rysunek 1.30b)

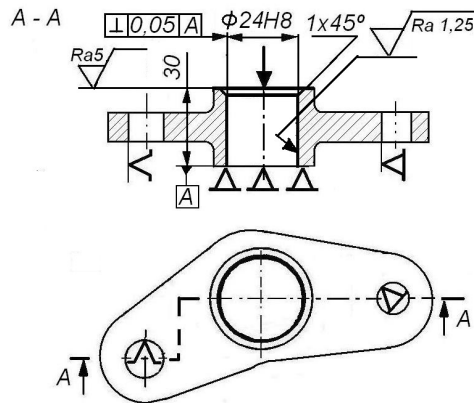
Średnica otworu tulejki d_1	l_{13} dla kołnierza		l_{14} dla kołnierza		l_{15}	d_8	d_9	Wielkość gwintu d_{10}
	wpuszczonego	wystającego	wpuszczonego	wystającego				
0÷6	15	18	3	6	9	13	7,5	M5
6÷12	18	22	4	8	10	16	9,5	M6
12÷30	22	27	5,5	10,5	11,5	20	12	M8
30÷35	32	38	7	13	18,5	24	15	M10

Przykłady doboru tulejek wiertarskich

Przykład 1. W przedmiocie ma być wykonany otwór 12H7, ze ścięciem krawędzi $1/45^\circ$. Do wykonania otworu należy wykonać 3 zabiegi (patrz tabela 1.6): wiercenie $d_1=11$, rozwiercanie wstępne $d_1=11,75$ i rozwiercanie wykańczające 12H7. Dobiera się je z zakresu średnic 10-12 (tabela 1.3). Średnica zewnętrzna tych tulejek wynosi $d=18$, zatem należy dobrać średnicę tulejki stałej (pośredniczącej) $d_1=18$ (tabela 1.2). Długości tulejek mogą być: 16, 28, 36mm (i są wskazówką do wyboru grubości płyty wiertarskiej). Uchwyt będzie zawierał tulejkę wiertarską stałą o nominalnym otworze $d_1=18$, (tabela 1.2) i tulejki szybkowymienne: $d_1=11$ (do wiercenia), $d_1=11,75$ (do rozwiercania wstępnego), $d_1=12H7$ (do rozwiercania wykańczającego). Do tych tulejek stosuje się wkręt zabezpieczający M6 (tabela 1.5) o długości zależnej od typu kołnierza tulejek szybkowymiennych (wpuszczonego lub wystającego)

Przykład 2. Dla wykonania otworów większych, np. 24H8 (rysunek 1.32), należy wykonać wiercenie wstępne $d_1=12$, a następnie powiercanie $d_1=22,5$ (tabela 1.6). Przedmiot obrabiany bazuje na poprzednio obrobionej powierzchni bazowej A i na 2 otworach o średnicy 10H7 i 11H7 wykonanych w poprzedniej operacji wiercenia.

Tulejki szybkowymienne do powiercania, rozwiercania zgrubnego i wykańczającego dobieramy z zakresu średnic $d_1=22\div 26$ (patrz tabela 1.3). Średnica zewnętrzna tych tulejek $d=35$, zatem z tabeli 1.2 dobieramy tulejkę pośredniczącą (z kołnierzem lub bez) o długości dostosowanej do grubości płyty wiertarskiej. Pierwsza z tulejek wymiennych (tabela 1.3) f12 ($d_1=12$) ma wg normy średnicę zewnętrzną $d=18$, mniejsze wymiary kołnierza i inną długość l_4 . Aby dostosować tę tulejkę do kompletu pozostałych tulejek należy odpowiednio powiększyć jej wymiary (średnicę zewnętrzną, długość i wymiary kołnierza). Należy zatem dobrać z tablic tulejkę o średnicy z zakresu $d_1= 22,26$, a w specyfikacji nad tabliczką znamionową uchwytu należy zapisać w uwagach dotyczących tej tulejki „wykonać $d_1=12$ ”.



Rysunek 1.32. Operacja wiercenia otworu

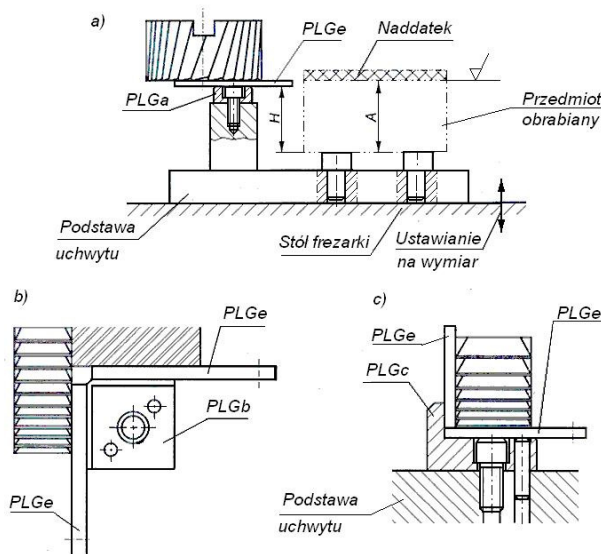
Ścięcie $1/45^\circ$ zostanie wykonane za pomocą pogłębiacza stożkowego, bez prowadzenia, po wyjęciu tulejki szybkowymiennej.

Tabela 1.6 Średnice wiertel i rozwiertaków

Średnica otworu	Otwory w klasie 6÷10				Otwory w klasie 11	
	Wiercenie		Rozwiercanie		Wiercenie	Rozwiercanie
	Wiertła do kolejnych wierceń	rozwiertak zdzierak	rozwiertak wykańczak	Wiertła do kolejnych wierceń	rozwiertak zdzierak do rozwiercania wykańczaj.	
1,5		1,4	1,5		1,5	
3		2,8	3		2,8	
4		3,5	4		3,8	
5		4,5	5		4,8	
6		5,5	6		5,8	
8		7	8		7,5	
10		9	10		9,5	
12		11	12		11,5	
16		14,75	16		15,5	
20		18,5	20		19,5	
22		20,5	22		21,5	
24		22,5	24		23,5	
25		23,5	25	1	24,5	
28	1	26,5	28	2	27,5	
30	2	28,5	30		29,5	
32		30,5	32	6	31,5	
35		33	35		34	
36	1	34	36		35	
40	6	38	40		39	

Ustawiaczki

Do ustawiania narzędzi w kierunku wymiarów obróbkowych na obrabiarkach konwencjonalnych służą ustawiaczki. Rozróżnia się 4 typy ustawiaczków znormalizowanych: okrągłe, prostokątne, kątowe górne i kątowe boczne. Na rysunku 1.33 przedstawiono zasady użycia ustawiaczków w uchwycie frezarskim.



Rysunek 1.33. Zasady użycia ustawiaczków: a) ustawiaczek okrągły PLGa do ustawiania w jednym kierunku; b) ustawiaczek prostokątny PLGb, c) ustawiaczek kątowy górny PLGc

Rysunek 1.33a przedstawia zasadę użycia ustawiaczka jednokierunkowego do frezowania płaszczyzny przedmiotu obrabianego na wymiar operacyjny A (tylko w jednym kierunku). Ustawiaczek okrągły PLGa jest przykręcony na stałe do korpusu uchwytu. Stół frezarki podnosi się dotąd, aż ustawiaczek płaski PLGe (zwany też płytką ustawczą) można będzie wsunąć z niewyczuwalnym luzem między ostrza freza a ustawiaczek PLGa (lub inny ustawiaczek). Ustawiaczki płaskie mają znormalizowaną grubość: 1, 3 lub 5 mm, z polem tolerancji j6; najczęściej używa się ustawiaczków PLGe 3 (rysunek 1.34a), tzn. o grubości 3 mm*.

* Korzystne jest, aby w jednym zakładzie stosować płytki ustawcze wyłącznie o jednej grubości, co pozwala uniknąć omyłek ustawienia.

zaciska się go w tym położeniu, a płytkę ustawczą wyjmuję z uchwytu. Głównym celem używania płytek ustawczych PLGe jest zabezpieczenie od uszkodzenia powierzchni ustawiaka lub narzędzia.

Wymiar H ustawiaka (rysunek 1.33a) ze względu na małą tolerancję może być wykonany jedynie w montażu, po przykręceniu ustawiaka do korpusu uchwytu. Wymiar ten powinien zapewnić nastawianie narzędzia w okolicy środka pola tolerancji wymiaru operacyjnego A. Tolerancja wymiaru ustawiaka nie przekracza na ogół 20% tolerancji wymiaru operacyjnego; należy bowiem pamiętać, że oprócz błędu ustawienia wystąpią liczne przyczyny błędów obróbki - zużycie ostrza, odkształcenia sprężyste układu O-U-N-P, rozszerzalność cieplna, bicie ostrzy freza itd. Płytkę ustawczą ma również odchyłki wymiaru, co wpływa na sam błąd ustawienia. Jeśli wiadomo, jaki jest charakter zmian wymiaru operacyjnego w odniesieniu do wymiaru nastawionego, można ustawiak tak tolerować, aby zwiększyć liczbę przedmiotów obrobionych między dwoma kolejnymi regulacjami nastawienia. Przykład obliczania tolerancji podano w [3].

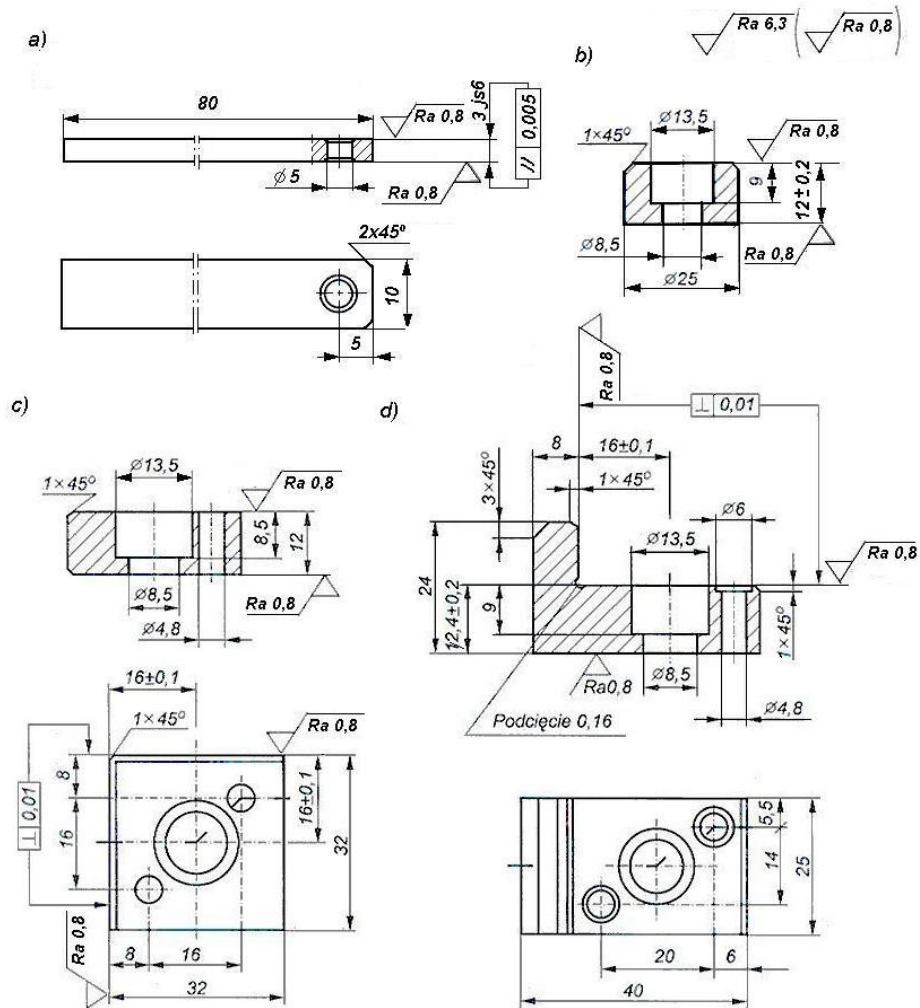
UWAGA!

Na rysunku złożeniowym uchwytu należy umieścić wymiar H z tolerancją równą zazwyczaj $1/3$ tolerancji wymiaru operacyjnego A wraz z odpowiednią uwagą o szlifowaniu ustawiaka w montażu i informacją o grubości ustawiaka płaskiego PLGe (zazwyczaj 3mm).

Zależnie od rodzaju obróbki zachodzi często konieczność użycia innych, bardziej złożonych ustawiaków (rysunek 1.32b, c). Może to być ustawiak prostokątny PLGb, kątowy górny PLGc lub kątowy boczny PLGd. Niekiedy stosuje się ustawiaki specjalne, np. kątowy dwustronny zapewniający łatwo symetrię ustawienia narzędzia. Wszystkie te ustawiaki wymagają użycia ustawiaków płaskich PLGe. Wymiary najczęściej używanych ustawiaków podano na rysunku 1.34.

UWAGA!

Ustawiaki stosuje się jedynie przy obróbce na obrabiarkach konwencjonalnych, ponieważ podczas obróbki na frezarkach sterowanych numerycznie tor narzędzia jest sterowany za pomocą programu.



Rysunek 1.34. Wymiary ustawiaków: a) płaskiego PLGe, b) okrągłego PLGa, c) prostokątnego PLGb, kąтового górnego PLGc

Ustawiak umieszcza się w uchwycie poza strefą ruchów posuwowych, przed lub za obrabianym przedmiotem. Niekiedy możliwe jest wykorzystanie elementów ustalających przedmiotu jako ustawiaków. Ustawiaki okrągłe przykręca się jedną śrubą, a ustawiaki prostokątne i kątowe - przykręca się i ustala kołkami.

Ustawiaki do uchwytów tokarskich (stosowane znacznie rzadziej) mają identyczną konstrukcję, jak opisane wyżej; natomiast inną mają ustawiaki do wytaczadeł. Stanowią one w istocie sprawdziany czujnikowe ustawienia noża i jako oddzielne urządzenia wchodzi w skład oprzyrządowania technologicznego danej operacji. Przykłady użycia ustawiaków do narzędzi podano w literaturze (np. [4]).

Materiały i obróbka cieplna elementów ustalających narzędzie

Materiały elementów ustalających położenia narzędzia muszą odpowiadać podobnym wymaganiom, co materiały elementów ustalających obrabiany przedmiot. Stosuje się dwa rodzaje materiałów:

1. Stal niestopową do utwardzania powierzchniowego i ulepszenia cieplnego wg PN-EN 10083-1:1999 (np. C15) - wykonuje się z niej większe tulejki wiertarskie (wg norm: stałe o średnicy otworu ponad 18 mm, wymienne i zamienne - ponad 22 mm), ustawiaki narzędzi kołkowane przy montażu (rysunek 1.32). Elementy te są nawęglane i hartowane do twardości około 62 HRC, przy czym miejsca na otwory ustalające, kołnierze przeznaczone do radełkowania itp. pozostawia się miękkie.

2. Stal narzędziową stopową do pracy na zimno wg PN-EN ISO 4957:2004, np. 102Cr6 (dawna N13E) - wykonuje się z niej mniejsze tulejki wiertarskie, ustawiaki okrągłe i ustawiaki płaskie. Elementy są hartowane do twardości około 60 HRC.

1.5. Ustalanie uchwytu w stosunku do elementów roboczych obrabiarki

Ustalanie położenia uchwytu na obrabiarce polega na nadaniu mu określonego położenia w kierunkach mających wpływ na wynik obróbki przedmiotów w nim obrabianych. Na uwagę zasługują dwa typowe przypadki ustalenia uchwytu obróbkowego:

1. Ustalanie uchwytów frezarskich w celu zapewnienia równoległości baz obróbkowych w przedmiocie do kierunku posuwu, np. podczas frezowania rowka na wpust (rysunek 1.1a).

2. Ustalanie uchwytów tokarskich i szlifierskich (do obróbki na okrągło) w celu uzyskania współosiowości powierzchni bazowych przedmiotu i wrzeciona obrabiarki.

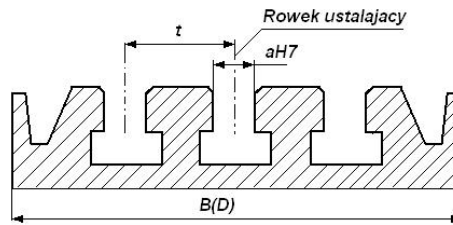
Postawienie uchwytu wiertarskiego na stole obrabiarki odbiera trzy stopnie swobody. Narzędzie jest prowadzone w tulejce wiertarskiej więc ewentualne przesunięcie uchwytu nie wywoła błędu obróbki.

Podobnie ustala się uchwyty wytaczarskie z tulejkami prowadzącymi wytaczadło. Natomiast uchwyty do wytaczania precyzyjnego, podczas którego wytaczadła nie są prowadzone w tulejkach wymagają ustalenia na stole obrabiarki.

Ustalanie uchwytów frezarskich

Do ustalania uchwytu na stole frezarki służy:

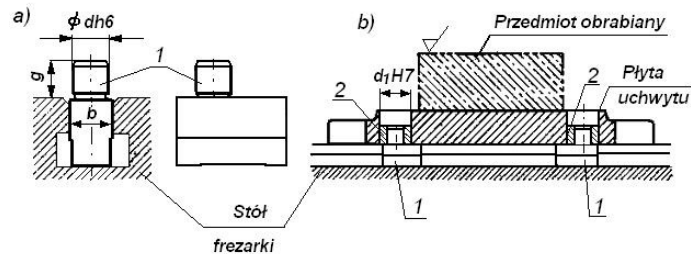
- płaszczyzna stołu, odbierająca trzy stopnie swobody,
- środkowy rowek teowy stołu.



Rysunek 1.35. Rowki teowe na stole obrabiarki: B – szerokość powierzchni roboczej stołu prostokątnego, D – średnica powierzchni roboczej stołu okrągłego, a – szerokość rowka, t - rozstawienie rowków teowych

W przypadku frezowania górnej płaszczyzny przedmiotu (frezowanie „przelotowe”) wystarczy ustalenie jedynie na płaszczyźnie stołu (w uchwycie są odbierane również tylko trzy stopnie swobody). Jeśli jednak podczas frezowania musi być odebrany obrót wokół osi z, uchwyt należy ustalić w środkowym rowku teowym stołu (rysunek 1.35). Pozostałe rowki stołu frezarki służą jedynie do mocowania. Rowek ustalający jest wykonany dokładnie (aH7) i posiada dwie ustalające powierzchnie równoległe, z małą tolerancją, do kierunku posuwu. Najczęściej ustalenie uchwytu frezarskiego w rowku teowym dokonywane jest za pomocą dwóch czopów ustalających PLKa, umieszczonych w środkowym

rowku, na które nakłada się uchwyty z dwoma otworami na czopy (rysunek 1.36). Czopy ustalające nie należą do uchwyty, lecz do wyposażenia obrabiarki; nie należy więc uwzględniać ich w specyfikacji części uchwyty. Szerokość czopa b jest znormalizowana, lecz jeśli rowek teowy ma wymiary nienormalne (np. calowe), czopy należy bezpośrednio dopasować do rowka.



Rysunek 1.36. Ustalenie uchwyty frezarskiego na środkowym rowku stołu: a) wymiary charakterystyczne czopa PLKa (1); b) ustalenie za pomocą tulejek PLKb (2) wciśniętych w płytę uchwyty

W celu zwiększenia trwałości uchwyty stosuje się tulejki PLKb osadzone w otworach d_1H7 , wykonane ze stali narzędziowej i hartowane do twardości minimum 48 HRC. Wymiary najczęściej stosowanych rowków teowych, czopów i tulejek podane są w tabeli 1.7.

Tabela 1.7. Podstawowe wymiary rowków teowych, czopów i tulejek (rysunek 1.35 i 1.36)

B(D)	a	t	b(h7)	d(h6)	g	d_1 (H7/n6)	W
160 180	12	40;50;63	12	8	10	14	11
			14				
200	10	40; 50; 63; 80	18	16	15	22	16
220;250; 280	12;		22				
	14						

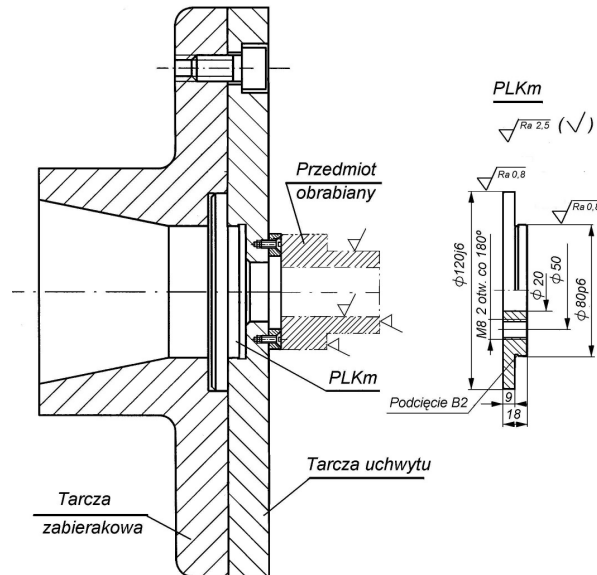
UWAGA!

Projektując ustalenie uchwyty frezarskiego, należy przestrzegać by obróbka była prowadzona z posuwem wzdłużnym, zatem należy odpowiednio zaprojektować otwory pod czopy ustalające w płycie uchwyty. Wynika stąd, że ustalenie uchwyty na stole frezarki nie zapewnia odebrania jednego stopnia swobody – przesunięcia wzdłuż stołu (oś x).

Ustalanie uchwytów tokarskich i szlifierskich

Uchwyty tokarskie lub szlifierskie są ustalane (osiowane) w różny sposób, zależnie od formy produkcji. Uchwyt przeznaczony do **produkcji masowej**, a także uchwyt uniwersalny do produkcji jednostkowej (np. samo centrujący trójszczękowy) jest w zasadzie przeznaczony do jednej obrabiarki. Uchwyt taki może być ustalany bezpośrednio na wrzecionie obrabiarki, w sposób zależny od konstrukcji zakończenia wrzeciona. Uchwyt można osiować następująco:

1. Na stożku zewnętrznym o kącie tworzącej $7^{\circ}7'30''$ (czyli o zbieżności 1:4), przy jednoczesnym dociśnięciu śrubami do powierzchni czołowej kołnierza.
2. W stożku wewnętrznym - Morse'a lub metrycznym.



Rysunek 1.37. Współosiowe ustalanie uchwytu tokarskiego w otworze tarczy zabierakowej za pomocą wkładki PLKm mocowanej w uchwycie (wymiary wkładki wg PN-EN 61205:2006)

Na stożku zewnętrznym ustala się uchwyty uniwersalne samocentrujące, a także różne uchwyty specjalne typu „szczękowego” z łapami, z tuleją stałą lub zaciskową, krótkie trzpienie stałe i rozprężne itp. W otworze stożkowym osiuje się różne trzpienia, zwykle o dużej długości, podparte kłębem w koniku.

W produkcji seryjnej ustala się uchwyty za pośrednictwem tarczy zabierakowej osadzonej na stałe na wrzecionie (np. na stożku zewnętrznym). W tarczy wykonuje się otwór osiujący o znormalizowanych wymiarach; jego średnica wynosi 63H7, 110H7 lub 120H7. Na rysunku 1.37 uchwyt specjalny jest osiowany w tarczy zabierakowej za pomocą znormalizowanej wkładki PLKm o średnicy zewnętrznej 120j6 która jest włączana w otwór o średnicy 80H7 w uchwycie. Uchwyt mocuje się zawsze śrubami (najczęściej czterema śrubami M16) do otworów gwintowanych rozmieszczonych na znormalizowanych średnicach tarczy zabierakowej. Wkładki osiujące PLKm są wykonane ze stali C15, która jest nawęglana i hartowana do 62 HRC.

1.6. Korpusy uchwytów obróbkowych

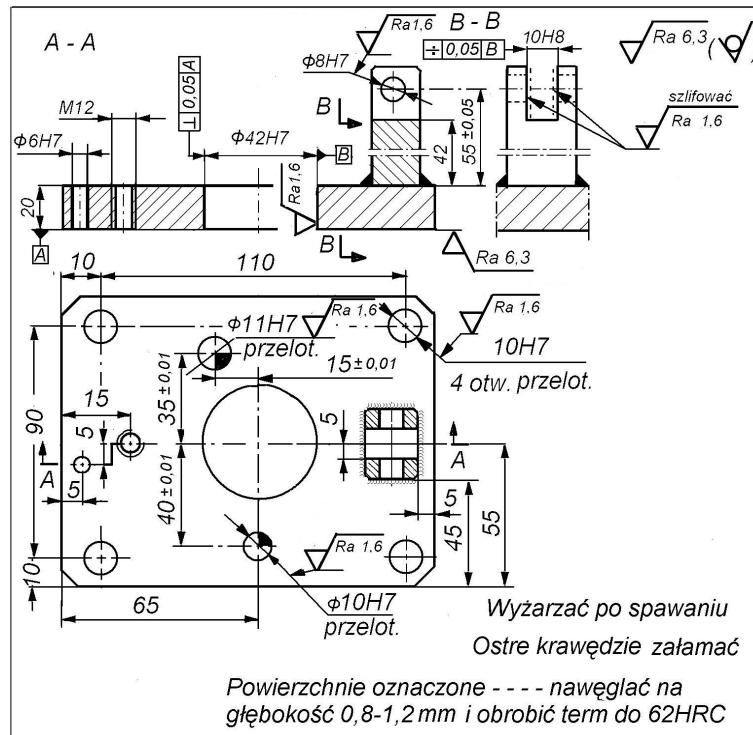
Korpus stanowi podstawową część uchwytu, która wiąże wszystkie jego elementy. Sztywność korpusu decyduje o sztywności uchwytu i jest podstawowym parametrem jakości urządzenia. Uchwyty umieszczone na stołach obrabiarek (frezarek, wiertarek itp.) powinny mieć odpowiednio ukształtowaną podstawę - o odpowiednio dużych rozmiarach, dogodną do zamocowania, ale opierającą się nie na całej powierzchni, lecz jedynie na obrzeżu bądź na kołkach oporowych.

Ze względu na szybkość wykonania i niższą cenę najczęściej stosuje się korpusy stalowe spawane bądź skręcane z płyt stalowych. Rzadziej wykonuje się korpusy odlewane z żeliwa szarego, przeznaczone głównie do przedmiotów o dużych gabarytach, korpusy ze stopów lekkich, z tworzyw sztucznych, bądź wykonane ze znormalizowanych półfabrykatów.

Korpusy spawane

Na korpusy spawane stosuje się niskowęglową stal zwykłej jakości, tzw. spawalną (z oznaczeniem S), np. S235JR (dawna ST3S). Korpus spawany może zastąpić duży korpus odlewany z żeliwa - jest z reguły tańszy i można go znacznie szybciej wykonać. Korpus spawany jest jednak bardziej kłopotliwy w obróbce niż odlewany - po spawaniu musi być w całości wyżarzony i dopiero potem obrabiany. Dlatego rozmiary korpusów spawanych są ograniczone przez wielkości pieców do wyżarzania.

Przykład korpusu spawanego jest przedstawiony na rysunku 1.38.



1b	Wspornik	1	C15			
1a	Podstawa	1	S235JRG2			
Numer kolejny	Nazwa części (zespołu)	Ilość sztuk	Materiał	Ciężar	Numer rys. lub normy	Uwagi
Nr zmiany	Liczba zmian	Podpis	Podpis	Data		
Zamiasz		Powinno być				
Konstruował	Podpis	Data	Materiał	Nazwa przedmiotu	Ciężar	
Rysował			wg wykazu	Korpus spawany		
Sprawdził						
Kontrola norm						
Zatwierdził						
			Zastępuje rys. nr	Zastąpiony przez rys.nr		
Podziałka	INSTYTUT PODSTAW BUDOWY MASZYN			Nr rysunku	Arkusze	Liczba arkuszy
1:1				1	1	1

Rysunek 1.38. Przykład rysunku wykonawczego korpusu spawanego

Korpus spawany jest traktowany częściowo jako rysunek zestawieniowy, jednak podawane są na nim również wymiary niezbędne do ustawiania części zespołu do spawania oraz wymiary wykonawcze

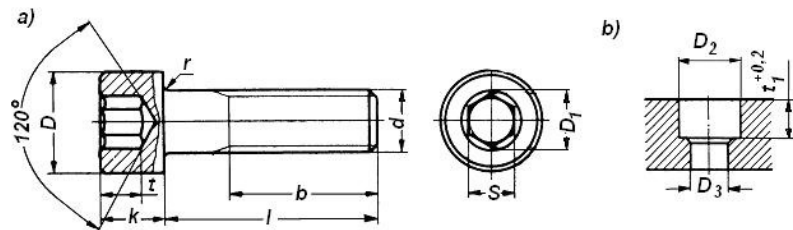
w wyniku obróbki skrawaniem dokonanej po spawaniu i po wyżarzaniu spawanego zespołu. Nie podaje się natomiast wymiarów wykonawczych części przed spawaniem, są one podawane na oddzielnych rysunkach wykonawczych.

Korpusy skręcane z płyt stalowych

Korpusy skręcane stosuje się dla małych i średnich uchwytów, odznaczające się one dużą dokładnością (lecz mniejszą sztywnością niż jednolite). Typowym materiałem jest stal węglowa konstrukcyjna zwykłej jakości ogólnego przeznaczenia, np. E295 (dawna ST5). Skręcać można też fragmenty spawane, np. wsporniki ze spawanymi żebrami. Jeśli przykręcona się część służąca do ustalenia (nawet pośrednio, np. podstawa pryzmy – rysunek 1.3, 1.4), należy ją ponadto ustalić za pomocą dwóch kołków. Nie muszą natomiast być kołkowane fragmenty korpusu stanowiące np. wsporniki mechanizmów mocujących przedmiot.

UWAGA!

Do skręcania korpusu oraz innych części uchwytu, np. płyt wiertarskich stosuje się przeważnie śruby z łbem walcowym z gniazdem sześciokątnym wg PN-EN ISO 4762:2001 (na ogół w zakresie od M6 do M16), umieszczone w pogłębieniach wg PN-83/M-82069 (patrz rysunek 1.39 i tabela 1.8). Stosowanie pogłębień znormalizowanych jest bardzo istotne, gdyż wykonuje się je za pomocą znormalizowanych pogłębiaczy.



Rysunek 1.39. a) Śruby z łbem walcowym z gniazdem sześciokątnym wg PN-EN ISO 4762:2006; b) nawiercenia pod łby walcowe

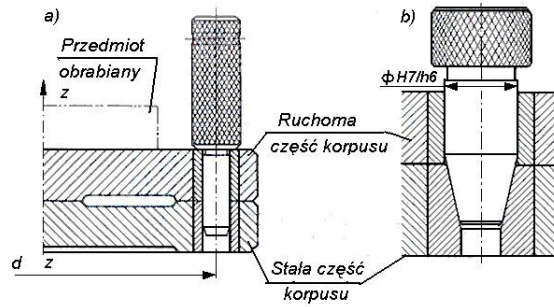
Tabela 1.8. Wymiary śrub z łbem walcowym wg PN-EN ISO 4762:2006 (wykonanie średnio dokładne) i nawiercenia pod łby walcowe

d	M6	M8	M10	M12	M16
D	10	13	16	18	21
S	5	6	8	10	16
k	6	8	10	12	16
D₁	5,73	6,87	9,16	11,44	16,01
t	3	4	5	6	8
b	24	28	32	38	44
D₂	11	14	16,5	20	26
D₃	6,6	9	11	14	18
t₁	6,8	9	11	13	17,5
l od do	10	12	14	16	20
	60	100	120	120	160
Normalne długości l: 10, 12, 16, 18, 20, 25, 32, 36, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 140, 160, 180, 200 mm					

Urządzenia podziałowe

Urządzenia podziałowe stosowane są przy konieczności nadawania przedmiotowi kilku kolejnych, ściśle określonych położeń bez konieczności jego odmocowania. Do najprostszych urządzeń zalicza się kołki nastawne podziałowe walcowe i stożkowe (rysunek 1.40). W korpusie ruchomym górnym, na którym zamocowany jest przedmiot obrabiany, jest umieszczony kołek nastawny. W korpusie dolnym na tej samej średnicy *d* jest wykonanych szereg otworów z podziałką odpowiadającą zadanym położeniom przedmiotu obrabianego

Ustalenie przedmiotu w kolejnych położeniach odbywa się przez obrót ruchomej części korpusu wokół osi z-z i kolejnego wkładania kolka nastawnego w kolejne otwory korpusu. W celu zwiększenia trwałości urządzenia otwory w obu korpusach są wzmocnione przez utwardzone tulejki stalowe, można tu zastosować np. tulejki wiertarskie. Podział za pomocą kołków walcowych jest obarczony błędem wynikającym z różnicy średnic kołka i tulejek. Wady tej nie mają kołki stożkowe (rysunek 1.40b), jednak są nieco droższe w wykonaniu.



Rysunek 1.40. Zasada działania urządzeń podziałowych [2]:
a) za pomocą kolka nastawnego walcowego, b) za pomocą kolka nastawnego stożkowego; d - średnica podziałowa, z - z - oś obrotu

1.7. Przykłady konstrukcji uchwytów

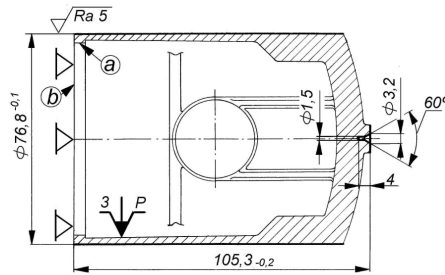
Metodyka projektowania

Podstawowym dokumentem, na którym opiera się konstruktor uchwytu, jest instrukcja technologiczna obróbki przedmiotu - w szczególności karta instrukcyjna tej operacji, do której należy zaprojektować uchwyt. Z instrukcji tej wynikają informacje niezbędne do opracowania, konstrukcji uchwytu:

- sposób ustalenia i zamocowania przedmiotu,
- siły skrawania, które można obliczyć na podstawie podanych w instrukcji obróbki parametrów skrawania,
- wymiar operacyjny, jego tolerancja i inne wymagania geometryczne (tolerancje położenia i kształtu, chropowatość, itp).

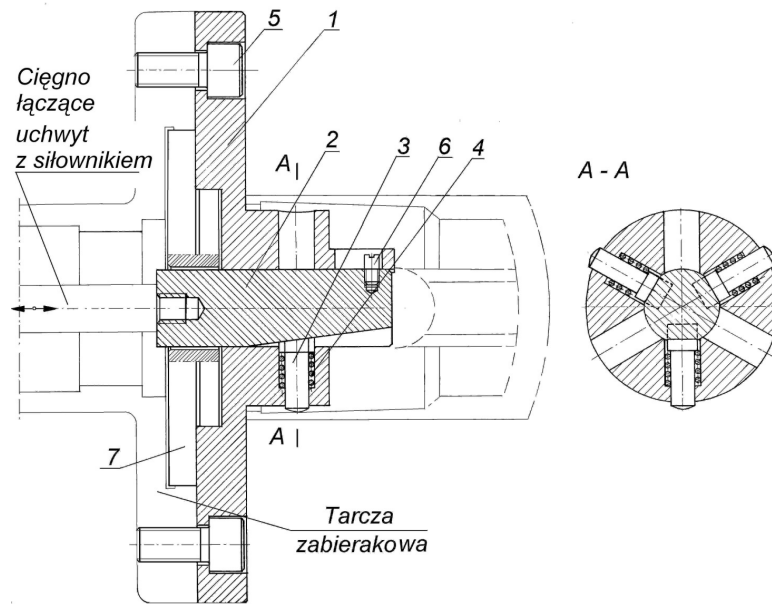
Z kart instrukcyjnych operacji poprzedzających konstruktor może uzyskać charakterystykę baz obróbkowych (wymiar i tolerancje geometryczne) wykorzystywanych w danej operacji. Szczególny charakter ma projektowanie uchwytu do pierwszej operacji. Konstruktor czerpie wtedy podstawowe dane z instrukcji do tej operacji i z rysunku surówki.

Przykład 1 – uchwyt tokarski



Rysunek 1.41. Operacja 10 (toczenie $\phi 76,8$ i nakielka)

Na rysunku 1.41 przedstawiono fragment instrukcji do operacji 10 - toczenia powierzchni zewnętrznej tłoka oraz wykonywania nakielka. Powierzchnie te będą służyły jako pomocnicze bazy obróbcze do operacji toczenia powierzchni a i b (operacja 20), które będą następnie stanowiły bazy obróbcze do następnych operacji, co zostanie pokazane dalej. Na rysunku 1.42 pokazano projekt uchwytu tokarskiego do operacji 10. Wykaz części składowych uchwytu podany jest w tabeli 1.9.



Rysunek 1.42 Uchwyt tokarski do operacji 10 (toczenie)

Uchwyt bazuje na surowej powierzchni tłoka za pomocą 3 kołków wywierających nacisk za pomocą rozpieracza z klinowymi powierzchniami. Rozpieracz jest połączony za pomocą cięgna do obrotowego siłownika pneumatycznego umieszczonego na tylnej części wrzeciona tokarki.

Tabela 1.9. Wykaz części do uchwytu tokarskiego z rysunku 1.42

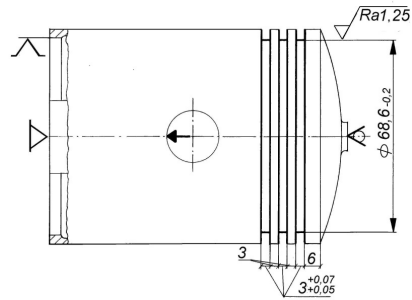
7	Wkładka PLKm	1		
6	Wkręt bez łba	1		
5	Śruba M12x25	3	PN-EN ISO 4762: 2006	
4	Sprężyna 10x2x15	3	51CrV14	
3	Kołek rozpieracza	3	C45	
2	Rozpieracz	1	C15	
1	Tarcza mocująca	1	C15	
Nr. kol	Nazwa części	Ilość sztuk	Materiał lub nr normy	Uwagi

UWAGA!

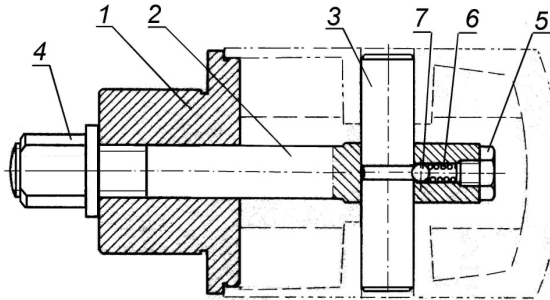
Projektowanie uchwytu zaczyna się od narysowanie zarysu obrabianego przedmiotu w podziałce 1:1. Nie stanowi on części uchwytu i jest „przezroczysty”.

Przykład 2 – uchwyt tokarski

Jak wspomniano, operacja 20 polega na obróbce powierzchni a (f 70H8) i planowaniu powierzchni czołowej b (rysunek 1.41). Tłok jest zamocowany na powierzchni walcowej $\phi 76,8$ mm za pomocą znormalizowanego uchwytu samocentrującego trzyszczękowego. Operacja 30 polega na wytaczaniu otworów $\phi 19$ pod sworznie tłokowe (pominięto rysunek instrukcji do operacji 20 i 30 i rysunki uchwytów). Na rysunku 1.43 pokazano schemat operacji 40 tłoka (toczenie rowków pod pierścienie), a na rysunku 1.44 projekt uchwytu do tej operacji. W najprostszym rozwiązaniu uchwyt jest mocowany korpusem 1 w uchwycie samocentrującym zamocowanym we wrzecionie tokarki, przedmiot obrabiany jest dodatkowo podparty w kłie obrotowym konika. Jest to jednak rozwiązanie dość prymitywne, lepszym byłoby pokazane na rysunku 1.42. Wykaz części składowych uchwytu podany jest w tabeli 1.10.



Rysunek 1.43. Operacja 40 (toczenie rowków)



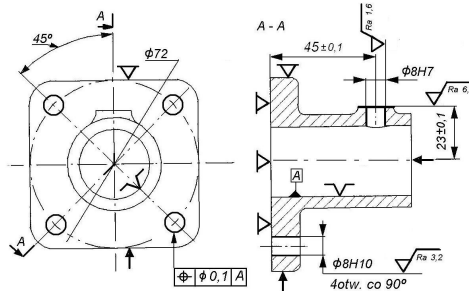
Rysunek 1.44. Uchwyt tokarski do operacji 40 (toczenie)

Tabela 1.10. Specyfikacja części do uchwytu tokarskiego z rysunku 1.44

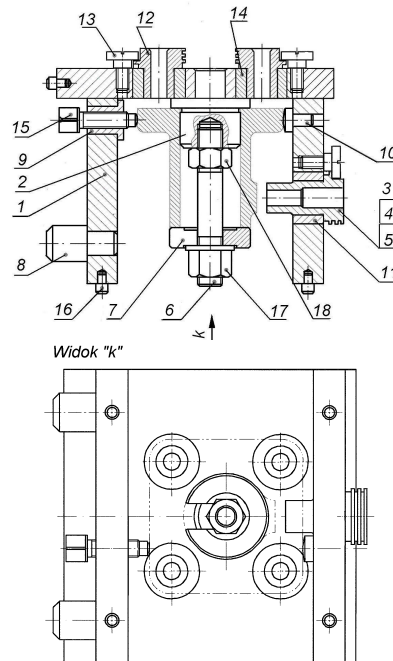
7	Kulka 6	1		
6	Sprężyna 4x1x12	3	65G	
5	Śruba M8x1x12	3		
4	Nakrętka PLN M16	1		
3	Sworzeń	1	C15	
2	Śruba oczkowa M16x115	1	C15	
1	Korpus	1	C15	
Nr. kol	Nazwa części	Ilość sztuk	Materiał lub nr normy	Uwagi

Przykład 3 – uchwyt wiertarski

Na rysunku 1.45 pokazano operację wiercenia otworów w korpusie. Bazami obróbczymi są wykonane w poprzednich operacjach: powierzchnia podstawy i otwór oznaczony przez A. Uchwyt wiertarski do tej operacji pokazano na rysunku 1.46, a wykaz części podano w tabeli 1.11.



Rysunek 1.45. Operacja wiercenia otworów w korpusie

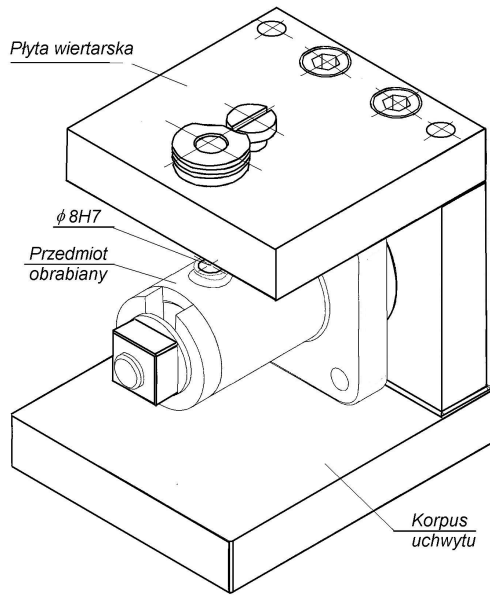


Rysunek 1.46. Uchwyt wiertarski do operacji wiercenia
(projekt wykonał R. Luśnia)

Tabela 1.11. Specyfikacja części do uchwytu wiertarskiego z rysunku 1.46

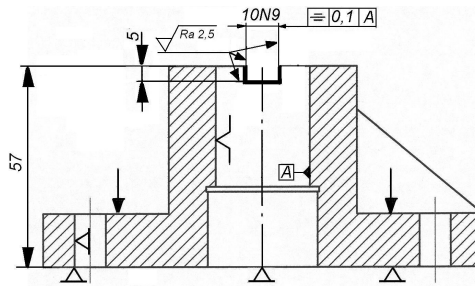
18	Nakrętka M12	1	PN-EN ISO 4035:2002	
17	Nakrętka PLNf M12	1		
16	Kolek oporowy PLKy 4x10	1		
15	Śruba M8x30-8,8	1	PN-EN ISO 4762:2004	
14	Tulejka pośrednicząca 15x15	4		
13	Wkręt M6x10	4		
12	Tulejka wymienna 8x25	1		
11	Tulejka pośrednicząca 17x15	1		
10	Kolek oporowy PLKy 12x35	1		
9	Gniazdo PLRd M8x16	1		
8	Kolek oporowy PLKY 16x20	2		
7	Podkładka PLPa 13	1		
6	Śruba PMEt M12x65	1		
5	Tuleja specjalna ϕ 8	1	C15	
4	Tuleja specjalna ϕ 7,5	1	C15	
3	Tuleja specjalna ϕ 7	1	C15	
2	Trzpień	1	C15	
1	Korpus spawany	1		spawany
Nr. kol	Nazwa części	Ilość sztuk	Materiał lub nr normy	Uwagi

Uchwyt przedstawiony na rysunku 1.46 jest dwupozycyjny i przez to bardziej skomplikowany. Operację wiercenia otworów jednak można podzielić na dwie. Pierwsza wymaga wiercenia 4 otworów ϕ 8 w podstawie, druga wiercenia otworu ϕ 8H7, ale wtedy wymagane jest ustawienie kątowe realizowane przez bazowanie za pomocą kołka ustalającego na jednym z otworów ϕ 8 wykonanego, jednak, w wyższej niż dotychczas (czyli H10) klasie dokładności. Projekt uchwytu do takiej operacji przedstawiono na rysunku 1.47. O wyborze wariantu operacji wiercenia otworów decyduje rachunek ekonomiczny. Należy jednak zauważyć, że wykonanie wszystkich otworów przy jednym zamocowaniu przedmiotu zapewnia większą dokładność wykonania i krótszy czas mocowania.

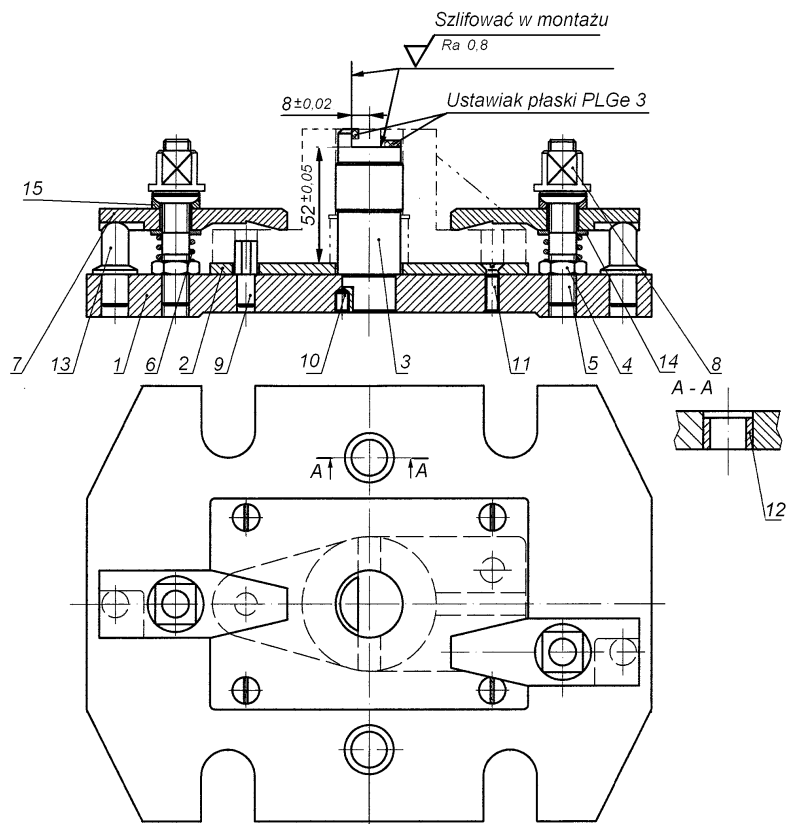


Rysunek 1.47. Uchwyt wiertarski do operacji wiercenia otworu 8H7
(projekt wykonał A. Zakowski)

Na rys. 1.48 przedstawiono operację frezowania rowka 10N9 w korpusie a na rysunku 1.49 projekt uchwytu frezarskiego do tej operacji. Wymiar obróbki określający położenie freza w osi pionowej wynosi 52 mm. Czop ustalający 3 pełni jednocześnie rolę ustawiaka do freza. Wykaz części uchwytu przedstawiono w tabeli 1.12.



Rysunek 1.48. Operacja frezowania rowka 10N9



Rysunek 1.49. Uchwyt frezarski do operacji
(projekt wykonał P. Perłowski)

Tabela 1.12. Wykaz części do uchwytu frezarskiego z rysunku 1.49

15	Podkładka stożkowa 14	2		
14	Podkładka 13	2	EN ISO 7092: 2000-11	
13	Kolek oporowy PMEg 12x16	2		
12	Tulejka PLKb 16x16	2		
11	Wkręt z łbem stożkowym M6x15	4		
10	Wkręt M5x10	1	PN-EN 24766:2000	
9	Kolek ścięty PLCb 10x12	1		
8	Nakrętka PLNa M12	2		
7	Łapa obracana PMDm 14x80	2		
6	Sprężyna PLRz 15x1,5x20	2		
5	Śruba PMEt M12x65	2		
4	Nakrętka M12	2	PN-EN ISO 4035:2002	
3	Czop ustalający	1	C15	
2	Płytką oporowa	1	C15	
1	Podstawa	1	S235JR	
Nr. kol	Nazwa części	Ilość sztuk	Materiał lub nr normy	Uwagi

1.8. Informacje o zmianie oznaczeń stali

Obecnie, wg norm PN EN 10027-1:1994 stosuje się sposób znakowania stali stopowych za pomocą trzech systemów:

1. gdy żaden z pierwiastków stali nie przekracza 5 % ,
2. gdy przynajmniej jeden z pierwiastków stali występuje w zawartości przekraczającej 5 % ,
3. dla stali szybkotnących .

Ad 1. Znak stali rozpoczyna liczba określająca 100-krotną średnią zawartość węgla w stali następnie podaje się znaki chemiczne pierwiastków w kolejności od największej do najmniejszej zawartości a następnie

podaje się liczbę określającą zawartość najważniejszego składnika stopowego pamiętając, że:

dla Cr, Co, Mn, Ni, Si, W - stosuje się mnożnik 4,

dla Al., Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr - mnoży się przez 10,

dla Ce, N, P. S razy 100,-dla B razy 1000,

Dla porównania : dawniej (PN) – teraz (EN) 40 HM – 42 Cr Mo 4.

Ad 2 .Znak stali rozpoczyna się od litery X następnie zapisana jest liczba, która określa 100 - krotną zaw. C, następnie w malejącej kolejności symbole pierwiastków stopowych a następnie liczbę lub liczby określające zaw. pierw. stopowych (w %) bez jakichkolwiek mnożników np.

stare (PN) – nowe (EN) 1H18N9 – X10CrNi18-8, 1H13 – X12Cr13

Ad 3 . Znak stali składa się z liter HS oraz liczb określających zawartość pierwiastków stopowych w %. w kolejności - W, Mo, V, Co , gdy któryś z pierwiastków nie występuje to stawia się cyfrę 0, gdy nie występuje Co to 0 pomija się np.:SW7M – HS6-5-2.

W tabeli 1.13 podano zmiany w oznaczaniu najczęściej używanych gatunków stali. W 1. kolumnie podano stare (już nieaktualne) oznaczenia stali.

Tabela 1.13. Zmiany w oznaczeniu najczęściej używanych gatunków stali

Znak wg PN	Znak wg EN	Uwagi
Blachy konstrukcyjne wg EN 10025 – grubość [mm] 2-250		
St0S	S185	S – stal niestopowa konstrukcyjna ogólnego przeznaczenia, 185 – Re (minimalna granica plastyczności)
St3S	S235JRG2	235 – Re, JR – oznaczenia udarności, G – stan dostawy: G1- bez uspokojenia, G2- niedozwolony bez uspokojenia, G3- normalizowany, uspokojenie środkami wiążącymi azot
St3SX	S235JRG1	
St5	E295	295 – Re
Blachy cienkie zimnowalcowane wg EN 10130 – grubość [mm] 0,5-3		
St3S AL, 08AL	DC01A DC04A	Jakość powierzchni wg DIN EN 10142: A –zwykła B – ulepszona, kategorie tłočnosti: P – płytko tłočna, T- tłočna

ROZDZIAŁ 1

Blachy ze stali do nawęglania wg EN 10084 – grubość [mm] 1,5-100		
10	C10	Stale niskostopowe
15,	C15, C15E	
16HG	16MnCr5	
18HGM	18CrMo4	
20HG	20MnCr5	
Stale do ulepszania cieplnego wg PN-EN 10083-1		
45	C45U, C45E, C45R	Stan obróbki cieplej dostawy: U – nieobrobiony, +A- wyżarzony zmiękczająco, +A+C – wyżarzony i ciągniony na zimno, +N- normalizowany, +QT – ulepszony cieplnie
55	C55, C55E, C55R	
25HM	25CrMo4	
40H	~41Cr4	
40HM	~42CrMo4	
Stale narzędziowe szybkotnące wg PN-EN ISO 4957		
SW7Mo	HS6-5-2	
SW18	HS18-0-1	
SK5M	HS6-5-2-5	
SK10V	HS10-4-3-10	
Stale narzędziowe do pracy na zimno wg PN-EN ISO 4957		
NC11	X210Cr12	Stal narzędziowa stopowa do pracy na zimno (stemple, matryce)
NMV	90MnV8	
N9E	CT80	
Stale narzędziowe do pracy na gorąco wg PN-EN ISO 4957		
WCL	X37CrMoV51	
WCLV	X40CrMoV511	
WNL	~55NiCrMoV7	
Stal sprężynowa wg EN 10270-1:2001		
50HF	51CrV14	
Stal do azotowania wg EN 10085		
38HMJ	~41CrAlMo7	

Stal łożyskowa wg EN ISO 683-17		
LH15	100Cr6	
Stale nierdzewne martenzytyczne wg EN 10088		
4H13	X46Cr13	
1H13	X12Cr13	
Stale żaroodporne		
H13JS	X10CrAlSi13	

1.9. Literatura

1. Dobrzański T.: *Uchwyty obróbkowe. Poradnik konstruktora*. WNT Warszawa 2001.
2. Feld M.: *Uchwyty obróbkowe*. WNT, Warszawa 2002.
3. Praca zbiorowa pod redakcją J. Sobolewskiego: *Projektowanie technologii maszyn*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2007.

2

Projektowanie tłoczników

W tym rozdziale:

- Wiadomości wstępne
- Cięcie i wykrawanie
- Gięcie
- Projektowanie procesu ciągnięcia
- Elementy konstrukcji tłoczników
- Przykłady opracowania konstrukcji tłoczników
- Sposób zamocowania tłoczniaka na prasie i zapewnienie prawidłowej pracy
- Podsumowanie
- Literatura do rozdz. 2

2.1. Wiadomości wstępne

Podstawowe pojęcia i definicje

Proces tłoczenia – zespół wszystkich podstawowych czynności tłoczenia wykonywanych na jednym przedmiocie.

Operacja tłoczenia – zespół wszystkich zabiegów i czynności procesu tłoczenia, wykonywanych na jednej maszynie, przy użyciu jednego przyrządu lub narzędzia albo większej liczby przyrządów i narzędzi.

Zabieg tłoczenia – podstawowa czynność w procesie tłoczenia, wykonana przy użyciu jednego przyrządu, bez zmiany narzędzia, w której zachodzi tylko jedna zmiana kształtu tłoczonego przedmiotu.

Plan metod – opracowanie technologii szczegółowej w skali 1:1 uwzględniające dokładne wymiary i kształty wytłoczki w poszczególnych operacjach; określa bazowanie wytłoczki, położenie w kolejnych operacjach, odprowadzanie odpadów oraz mechanizację procesu tłoczenia.

Tłocznik – przyrząd do wykonywania przedmiotów o małej grubości na prasie (rysunek 2.7).

Korpus tłocznika – zespół składający się z płyty górnej, płyty podstawowej (dolnej) i elementów prowadzących, które zapewniają prawidłowe wzajemne położenie części roboczych tłocznika.

Głowica tłocznika – element tłocznika służący do przenoszenia na stempel sił niezbędnych do realizacji procesu tłoczenia oraz umożliwiający powrót stempla do górnego położenia po wykonanym cyklu roboczym.

Dociskacz – część tłocznika, która dociska obrzeże materiału kształtowanej wytłoczki do matrycy, zapobiega fałdowaniu.

Pierścień ciągowy – matryca ciągową w kształcie pierścienia.

Pilot – element osadzony w płycie stemplowej lub w stemplu, służący do dokładnego ustalenia położenia taśmy przy tłoczeniu wielotaktowym.

Spychacz – urządzenie służące do usuwania wyrobów lub odpadów ze stempla.

Czop – element tłoczniaka służący do połączenia górnej części przyrządu z suwakiem prasy.

Dziurkowanie – całkowite oddzielenie materiału wzdłuż linii zamkniętej okalającej odpad.

Dziurkownik – przyrząd służący do wycinania różnego kształtu otworów. Wycięty materiał jest odpadem.

Odcinanie – proces całkowitego oddzielenia wyrobu od materiału wzdłuż linii niezamkniętej.

Okrawanie – operacja cięcia polegająca na oddzieleniu nadmiaru materiału na obrzeżu przedmiotu.

Okrojnik – przyrząd służący do oddzielenia nadmiaru materiału z obrzeża przedmiotu.

Wykroj – wycięta na wykrojniku płytka, zwykle przeznaczona do tłoczenia w następnej operacji.

Gięcie – proces kształtowania plastycznego materiału podpartego na dwóch krawędziach, w wyniku którego zmiana krzywizny giętego materiału zachodzi w jednej płaszczyźnie.

Wyginanie – proces gięcia przy użyciu narzędzi, w których wypukłości i wgłębienia powierzchni jednego narzędzia odpowiadają wypukłościom i wgłębieniom drugiego narzędzia.

Zaginanie – gięcie materiału zamocowanego jednym końcem.

Zawijanie – gięcie kołowe materiału na części jego długości.

Wytłaczanie – operacja kształtowania na zimno płaskich półwyrobów (wykrojów) z blachy w elementy o powierzchni nierozwijalnej, o różnych kształtach, za pomocą przyrządów zwanych tłocznikami wytłaczakami (ciągownikami).

Wyciąganie – operacja ciągnięcia, przy której zmniejszają się poprzeczne wymiary poprzednio wytłoczonego przedmiotu.

Dotłaczanie – operacja kształtowania przedmiotu uprzednio wytłoczonego, mająca na celu usunięcie nierówności i nadanie przedmiotowi ostatecznego kształtu.

Obciskanie – operacja tłoczenia, w której zmniejsza się na pewnej długości średnicę przedmiotu walcowego.

Wywijanie otworów – operacja kształtowania, w której dookoła uprzednio wyciętego otworu wykonuje się kołnierz.

Prasa korbowa – prasa, której suwak napędzany jest za pośrednictwem wału korbowego i korbowodu.

Prasa jedno-, dwu -, czteropunktowa – prasa której suwak napędzany jest za pośrednictwem odpowiednio jednego, dwóch, czterech korbowodów.

Prasa mimośrodowa – prasa, której suwak napędzany jest za pośrednictwem mimośrodów o nastawnej wielkości i korbowodu.

Prasa pojedynczego działania – prasa z jednym suwakiem.

Prasa podwójnego działania – prasa z dwoma suwakami.

Poduszka – urządzenie pomocnicze przymocowane do tłoczniaka lub stołu prasy i służące do uzyskania dodatkowego ruchu części tłoczniaka lub wywierania dodatkowych nacisków podczas operacji tłoczenia. Poduszki mogą mieć napęd pneumatyczny, hydrauliczny, gumowy, sprężysty lub kombinację tych napędów.

Przygotowanie materiału do tłoczenia

Przygotowanie materiału do tłoczenia, podobnie jak w przypadku innych metod obróbki, obejmuje szereg czynności pozwalających na przetworzenie informacji o rodzaju i gatunku materiału na gotowy do tłoczenia materiał pocięty na półfabrykaty. Czynności te, to m. in. opracowanie karty rozkroju materiału, karty instrukcyjnej operacji cięcia, zapewnienie dostawy materiału wyjściowego oraz czynności przygotowawcze.

Gatunek materiału, z jakiego ma być wykonana wytłoczka, określa konstruktor. Do tłoczenia stosuje się głównie blachy i taśmy stalowe, ale są też części wykonane z innych materiałów, jak: aluminium, miedź, mosiądz. Ponadto stosuje się także półwyroby ze stali pokrytej innym materiałem, jak np. stale ocynkowane. Konstruktor określa również grubość wytłoczki, a tym samym i półwyrobu z jakiego ma być wykonana.

Podstawą do ustalenia rodzaju materiału stanowi rysunek konstrukcyjny wytłoczki oraz informacja o jej przeznaczeniu. Na podstawie rysunku konstrukcyjnego można określić sposób wykonania półwyrobu - zimno,

lub gorąco walcowany, tłoczność materiału konieczną do wykonania części oraz określenie tolerancji wymiarowych. Ważną informacją jest również wielkość produkcji rocznej oraz przeznaczenie wyłóczki.

Przygotowanie materiału do tłoczenia jest realizowane po uprzednim opracowaniu karty kroju. Karta kroju jest pewnego rodzaju kartą operacyjną dla krajalni. Zawiera ona takie informacje jak:

- numer i nazwę części,
- rodzaj, oznaczenie, stan i wymiary materiału,
- ilość sztuk danej części wchodzącej w skład wyrobu finalnego.

W praktyce najczęściej tnie się arkusz blachy o wymiarach 1000x2000 na pasy (rysunek 2.1) za pomocą nożyc gilotynowych. Należy tak rozmieścić wykroje konkretnego wykrawanego elementu aby z arkusza otrzymać największą liczbę przedmiotów. Szerokość pasa B oblicza się z wzoru:

$$B = l + 2t \quad (2.1)$$

gdzie:

l (albo D) – największy poprzeczny wymiar wykrawanego elementu,

t – minimalne odstępki od krawędzi pasa.

Jeżeli stosuje się noże boczne służące do ustalania skoku taśmy, szerokość pasa należy odpowiednio zwiększyć (rysunek 2.15). Rezultat rozmieszczenia wykrojów wyrazić można za pomocą wzoru:

$$\eta = \frac{n_e S}{nBL + R} \quad (2.2)$$

gdzie:

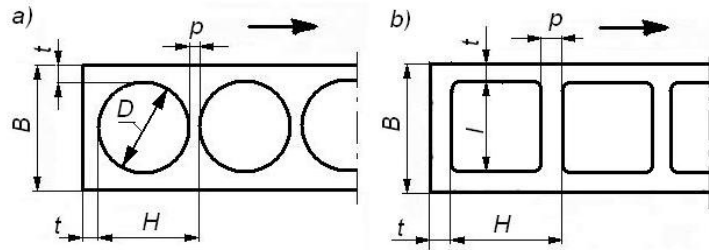
n_e – liczba wykrawanych elementów z arkusza blachy

S - powierzchnia elementu,

n – liczba pasów,

L – długość pasa (arkusza) blachy,

R – odpad.



Rysunek 2.1. Rozmieszczenie wykrojów w pasie blachy: a) dla wykrojów okrągłych, b) dla wykrojów prostokątnych; B - szerokość pasa, H - krok jednostkowy (przesuw), p - minimalne odstęp między wykrojami, t - minimalne odstęp od krawędzi pasa, l - największy wymiar poprzeczny wymiar wykrawanego elementu

Spośród różnych wariantów rozmieszczenia wykrojów w pasie materiału należy przyjąć ten, przy którym współczynnik wykorzystania materiału jest największy, a rozwiązanie konstrukcji tłoczniaka stosunkowo proste.

2.2. Cięcie i wykrawanie

Podczas ustalania położenia wykrojów w taśmie należy zachować minimalne odstęp między wykrojami oraz między wykrojem a brzegiem taśmy (rysunek 2.1). W ten sposób można ustalić szerokość pasa materiału B . Minimalne odstęp, zależne od grubości blachy g , dla wykrojów kołowych i prostokątnych wycinanych z pasa wg oznaczeń z rysunku 2.1 podano w tabeli 2.1.

Tabela 2.1. Minimalne odstępy p, t dla wykrojów kołowych a) i prostokątnych b)

g [mm]	a) Wykroje kołowe		b) Wykroje prostokątne					
			l < 50		50 < l < 100		100 < l < 200	
	p	t	p	t	p	t	p	t
0,0-05	1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0
0,5-1,0	1,5	2,0	1,5	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0
1,0	1,5	2,0	1,5	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0
1,5	1,5	2,0	1,5	2,0	2,0	2,5	2,5	3,5
2,0	2,0	2,5	2,0	2,5	2,5	3,0	3,0	4,0
3,0	2,5	3,0	2,5	3,5	3,0	4,0	3,5	4,5
4,0	3,0	3,5	3,0	4,0	3,5	4,5	4,0	5,0
5,0	4,0	4,5	4,0	5,0	4,5	5,5	5,0	6,0

Obliczanie siły potrzebnej do cięcia i wykrawania

Dla wykrojników o równoległych krawędziach tnących siłą tnącą oblicza się wg wzoru

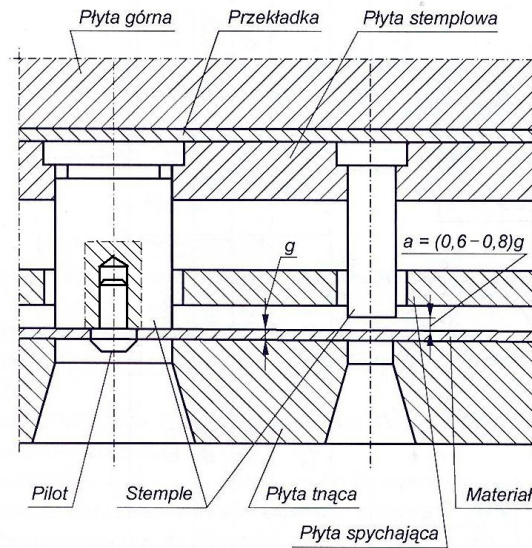
$$P_t = 1,2glR_t \quad (2.3)$$

gdzie:

l - długość linii cięcia (obwód wykroju) w mm,

g - grubość materiału w mm.,

R_t - wytrzymałość na ścinanie w MPa (tabela 2.2).



Rysunek 2.2. Schemat kaskadowego ustawienia stempli w tłoczniku [3]

Tabela 2.2. Wytrzymałość na ścinanie R_t

Materiał	R_t [Mpa]
Błacha stalowa głęboko tłoczna (C10)	220÷410
Taśmy ze stali C15 wyżarzanej	260÷400
Taśmy ze stali C15 bez obróbki cieplnej	320÷640
Taśmy ze stali C45 wyżarzanej	360÷560
Taśmy ze stali C45 bez obróbki cieplnej	560÷840
Aluminium stan twardy	100÷150
Aluminium stan wyżarzony	60÷90

Siłę tnącą konieczną do wycięcia wykroju można zmniejszyć przez: kaskadowe ustawienie stempli, ukosowanie tnących krawędzi stempli lub matrycy, podgrzanie wycinanego materiału. Dla kaskadowego ustawienia stempli różnicę wysokości stempli "a" przyjmuje się jako $a = (0,6-0,8)g$ (rysunek 2.2). Przy wykrawaniu należy dobrać luz między stemplem i matrycą (płytą tnącą). Luz ten, decydujący o jakości przecięcia zależy od grubości i rodzaju materiału wykrawanego (tabela 2.3).

Tabela 2.3. Wartości luzów normalnych między otworem płyty tnącej a stemplem w % grubości blachy

Materiał	Grubość blachy [mm]					
	do 1	1÷2	2÷3	3÷5	5÷7	7÷10
Stal miękka (S235JRG1, C10, C15), aluminium wyż.	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1
Stal średniej twardości (C20, C35, S235JRG2)	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,11
Stal twarda (C45, E295), brąz twardy	0,07	0,08	0,09	0,1	0,11	0,12

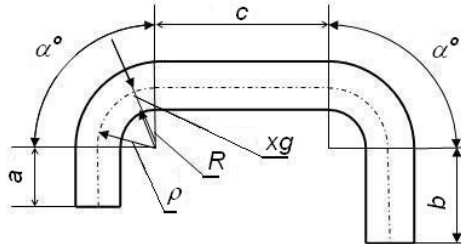
2.3. Gięcie

Obliczanie wymiarów materiału wyjściowego przy gięciu

Wymiary materiału wyjściowego do gięcia oblicza się, dokonując rozwinięcia elementu. Rozwinięcie przeprowadza się dla wymiarów warstwy obojętnej. Odległość warstwy obojętnej od wewnętrznej strony określa się za pomocą współczynnika x , którego wartość podano w tabeli 2.4.

Tabela 2.4. Wartości współczynnika x

R/g	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,3
x	0,23	0,29	0,32	0,35	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,42



Rysunek 2.3. Szkic giętego elementu

Kolejność postępowania przy obliczaniu wymiarów materiału wyjściowego (rysunek 2.3) przebiega następująco:

1. Obliczenie długości prostych odcinków a, b, c.
2. W zależności od stosunku R/g należy znaleźć w tabeli 2.4 wielkość x i obliczyć odległość warstwy obojętnej.
3. Obliczenie promienia gięcia warstwy obojętnej ze wzoru:

$$\rho = R + xg \quad (2.4)$$

4. Obliczenie długości łuków ze wzoru

$$l_i = \frac{\pi \rho \alpha}{180} \quad (2.5)$$

5. 5. Obliczenie długości materiału wyjściowego L

$$L = a + b + c + \dots + n + l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n \quad (2.6)$$

Najmniejszy dopuszczalny promień gięcia (rys. 2.5) oblicza się ze wzoru:

$$R = Ug \quad (2.7)$$

gdzie: g - grubość giętego materiału, U - współczynnik materiałowy (tabela 2.5).

W procesie gięcia wskutek istniejących naprężeń wewnątrz giętego materiału powstaje zjawisko polegające na niewielkim rozgięciu materiału z chwilą ustąpienia momentu gnącego o pewien kąt zwany kątem sprężynowania. Obliczanie kąta sprężynowania podano w literaturze [1, 3, 4]

Tabela. 2.5. Wartości współczynnika U

Materiał	Kierunek gięcia					
	Prostopadle do kierunku gięcia			Równoległe do kierunku gięcia		
	Kąt gięcia			Kąt gięcia		
	45°	90°	180°	45°	90°	180°
DC01A	0,3	0,5	0,8	0,8	1,0	1,5
C15	0,5	0,8	1,3	1,3	1,6	2,5
C45	1,2	1,8	3,0	3,0	3,6	6,0
18CrMo4	1,5	2,5	4,0	4,0	5,0	8,0
Mosiądz miękki	0,3	0,45	0,8	0,8	1,0	1,5
Miedź	0,25	0,4	0,7	0,7	0,8	1,5
Aluminium	0,35	0,5	1,0	1,0	1,2	2,0

2.4. Projektowanie procesu ciągnięcia

Obliczanie materiału wyjściowego do operacji ciągnięcia oraz parametrów technologicznych procesu

Przy obliczaniu wymiarów materiału wyjściowego do procesu ciągnięcia przyjmuje się równość powierzchni wytłoczki i materiału wyjściowego. Z powodu znacznej anizotropii blachy walcowanej na zimno, wytłoczka musi mieć przewidziany zapas materiału na obcięcie w celu wyrównania obrzeża. Wymiary materiału wyjściowego można określić za pomocą trzech metod: analitycznej, graficznej i analityczno-graficznej [3]. Liczbę przejść potrzebnych do otrzymania gotowego wyrobu walcowego uzyskuje się z kolejnych obliczeń średnic tłoczenia dla każdego stopnia, aż do otrzymania równej względnie mniejszej średnicy. Obliczanie przeprowadza się za pomocą wzorów:

- dla pierwszego przejścia $d_1 = Dm_1$,
- dla następnych przejść $d_n = d_{n-1}m_n$,

gdzie:

D - średnica materiału wyjściowego,

d_1 - średnica wytłoczki po środkowej grubości ścianki po pierwszym przejściu,

d_n - średnica wytłoczki po środkowej grubości ścianki po n -tym przejściu,

m_1, m_2, \dots, m_n - współczynniki ciągnięcia wg tabeli 2.6.

Tabela 2.6. Najmniejsze dopuszczalne wartości współczynników ciągnięcia

100(g/D)	2	1,5	1,0	0,6	0,3	0,15	0,08
m_1	0,48	0,50	0,53	0,55	0,58	0,60	0,63
m_2	0,73	0,75	0,76	0,78	0,79	0,81	0,82
m_3	0,76	0,78	0,79	0,80	0,81	0,83	0,84
m_4	0,78	0,80	0,81	0,82	0,83	0,85	0,86
m_5	0,80	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88

Jeżeli po kolejnym obliczaniu otrzyma się średnicę równą lub mniejszą od żądanej wynikającej z rysunku konstrukcyjnego elementu, wówczas obliczanie kończy się, a ostatni ciąg realizuje się tak, aby uzyskać wymiar żądany przez konstruktora. W praktyce liczba ciągów, bez wyżarzania międzyoperacyjnego, ograniczona jest stopniem umacniania materiału po kolejnych przejściach. Dość duży stopień odkształcenia może doprowadzić do utraty własności plastycznych materiału. Zapobiec temu można stosując wyżarzanie międzyoperacyjne, które przywraca własności plastyczne kształtowanemu materiałowi.

Wyznaczanie liczby przejść przy tłoczeniu elementów prostokątnych podano np. w [2]

Miernikiem konieczności stosowania docisku kołnierza materiału wyjściowego jest stosunek grubości materiału g do średnicy płaskiego krążka materiału wyjściowego D lub do średnicy przedmiotu otrzymanego po poprzedniej operacji ciągnięcia:

1. Przy $\frac{g}{D} 100 > 2$ tłoczenie jest możliwe bez dociskania.
2. Przy $1,5 \leq \frac{g}{D} 100 \leq 2$ tłoczenie bez docisku jest możliwe dla przypadków stosunkowo dużych współczynników ciągnięcia w porównaniu z najmniejszymi dopuszczalnymi, które są zawarte w tabeli 2.6.
3. Przy $\frac{g}{D} 100 \leq 1,5$ proces tłoczenia należy realizować z dociskaniem kołnierza materiału.

Tabela 2.7. Wartości jednostkowych nacisków dociskaczy

Material	Nacisk jedn. q [MPa]
Stal miękka $g < 1$ mm	2,5 - 3,0
Stal miękka $g > 1$ mm	1,5 - 2,5
Mosiądz	1,5 - 2,0
Miedź	1,2 - 1,8
Aluminium	0,8 - 1,2

Siłę nacisku dociskacza oblicza się ze wzoru:

$$Q = Fq \quad (2.8)$$

gdzie: F - powierzchnia materiału wyjściowego podlegająca dociskowi,
 q - nacisk jednostkowy dociskacza (tabela 2.7).

Siła wywierana przez dociskacz zabezpiecza kształtowany materiał przed pofałdowaniem. Siła tłoczenia F_w wywierana przez stempel na dno wytłoczki jest przenoszona przez ścianki kształtowanego materiału o ograniczonej nośności.

Górna graniczna wartość tej siły jest obliczana z warunku wytrzymałości na rozerwanie materiału kształtowanego.

Dla elementów walcowych siła tłoczenia jest obliczana ze wzorów empirycznych:

- dla operacji wytłaczania

$$F_w = 1,4g^2 R_m (D - d_1) \quad (2.9)$$

- dla następnych przejść

$$P_{wn} = 1,55g R_m(d_{n-1} - d_n) \quad (2.10)$$

gdzie: R_m - wytrzymałość materiału na rozerwanie, $d_1, d_2 \dots d_n$ - średnice wyłoczek po kolejnych przejściach

Jednym z najważniejszych parametrów geometrycznych narzędzi biorących udział w procesie tłoczenia jest promień ciągowy matrycy. Jego wartość oblicza się ze wzoru:

$$r_m = 0,8\sqrt{(D - d_1)g} \quad (2.11)$$

Średnica otworu ciągowego matrycy d_m wynika z określonych parametrów konstrukcyjnych elementu.

Średnicę stempli w procesie osiowo-symetrycznego tłoczenia określa się ze wzoru:

$$d_{st} = d_{mi} - 2 \frac{g\sqrt{m_l}}{m_l} \quad (2.12)$$

Promień zaokrąglenia stempla przyjmuje się w miarę możliwości równy promieniowi wyłoczki. Najmniejszy dopuszczalny promień zaokrąglenia stempla powinien spełniać warunek $r_{s\ min} \geq 1,5g$. W przypadku konieczności otrzymania wyrobu bez zaokrągleń, usunięcia promieni dokonuje się po ostatnim przejściu, w procesie dotłaczania.

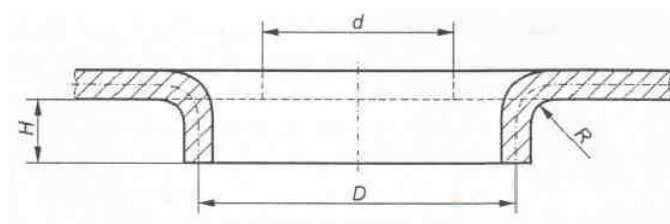
Realizacja procesu wywijania otworu w płaskim materiale wyjściowym powinna przebiegać w następujący sposób.

Wysokość wywinęcia H wykonana podczas jednego przejścia (rysunek 2.4) musi być mniejsza lub równa największej dopuszczalnej wysokości wywinęcia H_{min} .

Największą dopuszczalną wysokość wywinęcia podczas jednej operacji oblicza się ze wzoru:

$$H_{max} = D \frac{1-k}{2} + 0,43R \quad (2.13)$$

gdzie k - współczynnik wywijania (tabela 2.7).



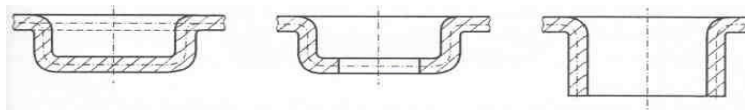
Rysunek 2.4. Schemat wywijania otworu w płaskim materiale wyjściowym
Średnicę otworu wstępnego pod wywiniecie oblicza się ze wzoru:

$$d = D + 0,86R - 2H \quad (2.14)$$

Tabela 2.7. Najmniejsze współczynniki wywijania

Material	Współczynnik k
Blacha głębokotłoczna	0,72
Blacha tłoczna	0,78
Mosiądz ($0,5 < g < 5$)	0,68
Aluminium ($0,5 < g < 5$)	0,70

Jeżeli żądana wysokość wywinienia jest większa niż największa dopuszczalna wysokość wywinienia, to należy postąpić następująco: w płaskim materiale wyjściowym tłoczy się cylindryczne zagłębienie, w którego dnie wykonuje się otwór i dopiero wtedy dokonuje się wywinienia otworu w dnie (rysunek 2.5).

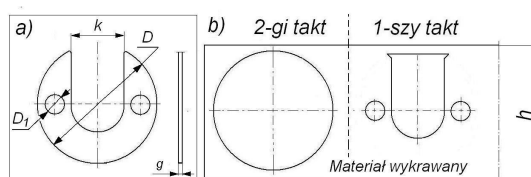


Rysunek 2.5. Schemat wywijania powierzchni o znacznej wysokości

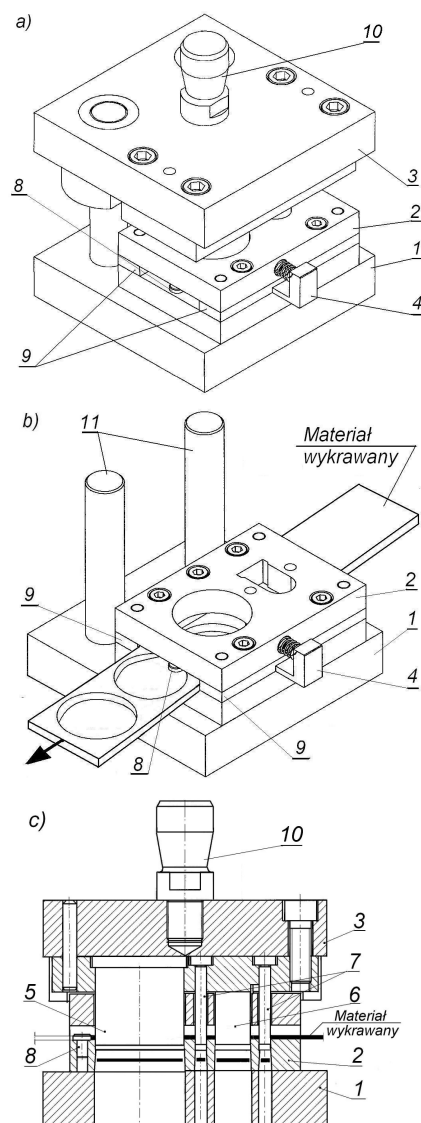
Sposób postępowania przy wywijaniu otworu w dnie wyłoczki przedstawiono w literaturze (np. w [3]).

2.5. Elementy konstrukcji tłoczników

Na rysunku 2.6 pokazano rysunek części podlegającej wykrawaniu (w dwóch taktach) a na rysunku 2.7 tłocznik zaprojektowany do jej wykrawania.



Rysunek 2.6. a) Rysunek części wykrawanej, b) schemat procesu wykrawania



Rysunek 2.7. Tłocznik dwutaktowy [wyk. A. Żukowski]:
a) widok ogólny, b) część dolna ze słupami prowadzącymi, c) przekrój osiowy przez stemple: 1 – płyta dolna (podstawa), 2 – skrzynka tnąca z matrycą, 3 – płyta górna, 4 – zderzak wstępny, 5, 6, 7 – stemple, 8 – kołek oporowy, 9 - prowadnice pasa blachy, 10 – czop, 11 – słupy prowadzące

ROZDZIAŁ 2

W każdym tłoczniku można wyróżnić następujące zasadnicze części: oprawa słupowa (płyta dolna i górna razem ze słupami prowadzącymi), matryca lub skrzynka tnąca z matrycą, stempel, czop, elementy prowadzące materiał i ograniczające skok. Większość z tych części jest znormalizowana. Wykaz części znormalizowanych tłoczника przedstawiono w tabeli 2.8.

Projektowanie tłoczника zaczyna się od narysowania elementu wykrawanego w pozycji pracy a następnie zaprojektowania elementów roboczych, którymi są stempel i matryca. Wymiary tych elementów, a zwłaszcza matrycy którą trzeba przymocować do podstawy (płyty dolnej wykrojnika) decydują o wyborze typu i rozmiaru oprawy słupowej. W tłoczniku wykrojniku przedstawionym na rysunku 2.7 zastosowano znormalizowaną skrzynkę tnącą (poz. 2) w której znajduje się między innymi matryca i prowadnice pasa materiału (poz. 9).

Rozróżnia się dwa typy skrzynek tnących w układzie poprzecznym z płytą podstawową (rysunek 2.8):

- a. ze skrzynką tnącą nie wzmocnioną wg PN-83/M-66263-N,
- b. ze skrzynką tnącą wzmocnioną wg PN-83/M-66261-Z

Rozróżnia się dwa rodzaje skrzynek tnących:

- z dwiema listwami prowadzącymi krótkimi bez mostka – A,
- z jedną listwą prowadzącą krótką i jedną długą z mostkiem – B

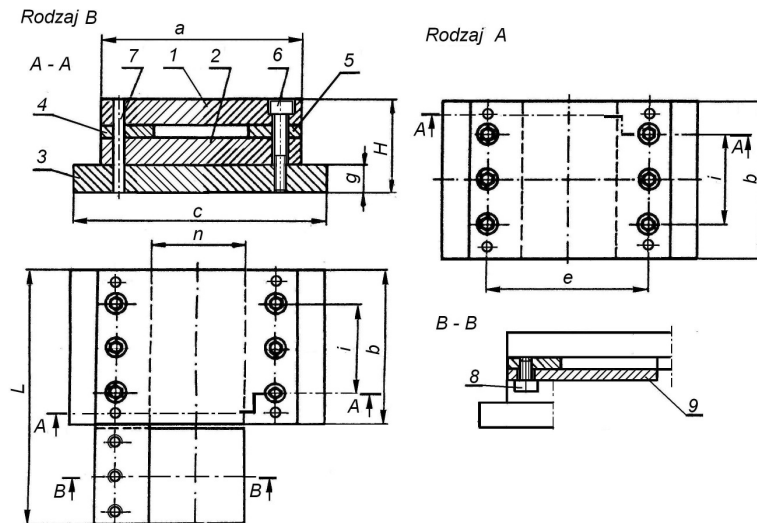
Rozróżnia się trzy odmiany skrzynek:

- z płytą tnącą ze stali narzędziowej stopowej – T,
- z płytą tnącą ze stali węglowej narzędziowej – W (tylko dla typu N)
- z płytą osadzoną do tulejek tnących – O.

Podstawowe wymiary elementów skrzynki przedstawione są w tabeli 2.9. Skrzynki tnące z podstawą są używane w produkcji małoseryjnej. Stempel jest wówczas prowadzony tylko w płycie prowadzącej (brak jest również słupów prowadzących). Skrzynki można wykorzystywać dla wykrojników w produkcji seryjnej, jednak wymontowuje się podstawę (poz. 3 – rysunek 5.8) a pozostałą część skrzynki montuje się na płycie dolnej tłoczника (jak na rysunku 2.7).

Tabela 2.8. Wybrany wykaz norm obejmujący znormalizowane elementy tłoczników

Nazwy elementów tłoczniaka	Nr normy
Czopy mocujące	PN-ISO 10242-1;2001
Tuleje prowadzące	PN-ISO-9448 (1-4);1998
Obsady mocujące słupy prowadzące	PN-ISO 11903;2000 (2-5)
Słupy prowadzące	PN-ISO 9182
Płyty obrobione do tłoczników, form i uchwytów	PN-ISO 6753-1:1999
Tłoczniaki oprawy	PN-ISO 11415:2000
Sprężyny naciskowe o przekroju prostokątnym	PN-ISO 10243
Prasy mechaniczne wysięgowe	PN-ISO 8540



Rysunek 2.8. Przykładowe rozwiązanie konstrukcji skrzynki tnącej typu N i Z wg PN-83/M-66250: 1 – płyta prowadząca (mat. E295), 2 – płyta tnąca (mat. – stal narzędziowa np. X210Cr12), 3 – podstawa (mat. E295), 4 – listwa prowadząca długa (mat. E295), 5 – listwa prowadząca krótka (mat. E295), 6 – śruba mocująca, 7 – kołek ustalający, 8 – wkręt, 9 – mostek (mat. E295)

Aby tłocznik mógł prawidłowo działać niezbędne jest odpowiednie ustalenie elementów roboczych tłoczniaka względem siebie w czasie pracy. Do tego celu służą tzw. oprawy słupowe w których są osadzone słupy prowadzące płytę górną ze stemplem (stemplami) względem płyty dolnej na której jest zamocowana matryca. Płyty dolna i górna opraw słupowych mogą być odlewami z żeliwa szarego lub oprawami prostokątnymi stalowymi, które są bardziej zalecane. Przykładowe rozwiązanie konstrukcji oprawy stalowej prostokątnej dwusłupowej odmiany B1

ROZDZIAŁ 2

przedstawiono na rysunku 2.9. Wybrane wymiary opraw odmiany B1 podane są w tabeli 2.10).

Norma PN-ISO 11415:2000 podają rozwiązania konstrukcyjne takich opraw. Oprawa składa się:

- płyt ze stali stopowej lub stopów aluminium, obrabianych mechanicznie, zgodnych z normą ISO 6753-1;
- słupów prowadzących, zgodnych z normą ISO 9182, arkusze od 2 do 6; (rysunek 2.10a);
- tulei prowadzących, zgodnych z normą ISO 9448 (rysunek 2.10b), arkusze od 2 do 7 i arkusz 11.

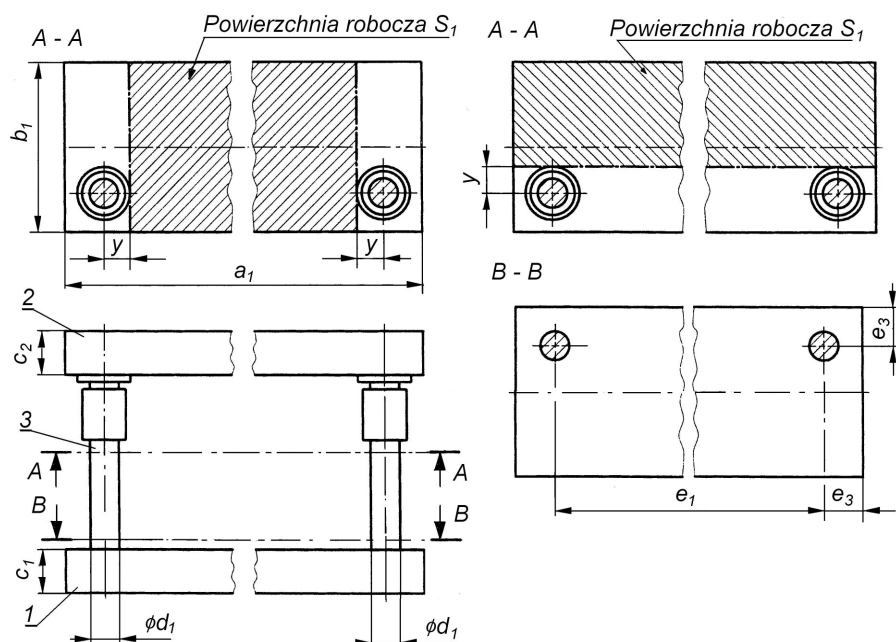
Tabela 2.9. Wymiary skrzynek tnących wg PN-83/M-66250 (rysunek 2.8.)

axb	c	g	e	i	H				Śruby wg PN-EN ISO 2338			Kołki wg PN-EN ISO 4762		Wkręt wg PN-85/M-82219	
					dla typu, rodzaju i odmiany				dla typu			dla typu			
					bez przekładki.		z przekładką.		N	Z	Liczba	N	Z		
					NA T	ZA T	NA O	ZA O							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
50x48	80		30		48		51		M6x35						
63x63	97		38	-	49	-	52	-		-		6n6x45	-		
80x77	125		55	25	52	58	56	62	M8x40	M8x45	2	6n6x50	6n6x55		
100x97	200		75	45		72		76	M8x50	M8x55	4	6n6x65	6n6x70	M6x10	
125x125	250		92	68	70	82	74	86	M8x55	M8x65					
160x156			127	100	72	88	76	92	M10x60	M10x75			8n6x80		
200x125	250		166	68	77	87	81	91	M10x60	M10x70		8n6x70	8n6x80		
200x196			160	130	82		88		M12x65	M12x90					
250x156	315	18	210		87	104	93	110	M12x70	M12x85		10n6-80			
315x156	380	32	275	90	100	119	106	125	M12x80	M12x100	4	10n6x100	10n6x100	M6x14	

Oprawy różnią się ze względu na układ prowadnic i dzielą się na:

- a. dwusłupowe z następującym układem prowadnic: A – symetrycznym, B – tylnym, C – po przekątnej;
- b. czterosłupowe.

Oprawy te są albo bez płyty prowadzącej stemple (indeks 1), albo z płytą prowadzącą (indeks 2).



Rysunek 2.9. Przykładowe rozwiązanie konstrukcji oprawy prostokątnej dwusłupowej z tylnym układem prowadnic, bez płyty prowadzącej (odmiana B1) wg PN-ISO 11415:2000: 1 – płyta dolna, 2 – płyta górna, 3 – słup prowadzący

Dwa różne przekroje A-A na rysunku 2.9. wynikają z dwóch odmiennych sposobów rozmieszczenia powierzchni roboczych S_1 .

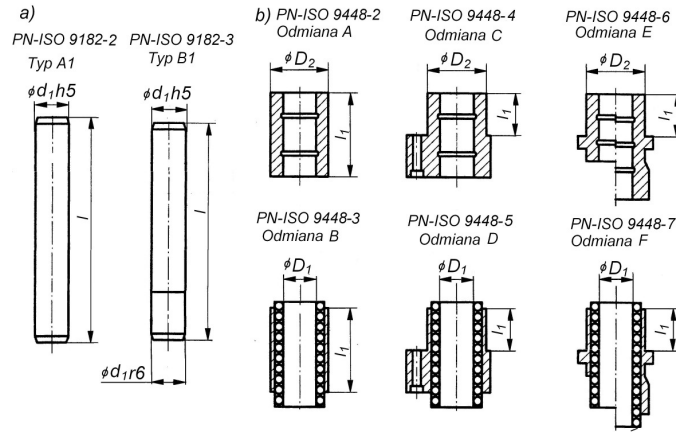
UWAGA!

Aby zapobiec niewłaściwemu montażowi dolnej i górnej płyty względem siebie zaleca się dla odmian A, B, C aby średnica d_2 drugiego słupa była mniejsza niż średnica d_1 , a ich dobór pozostawia się decyzji producenta. Przykład stosowania różnej średnicy słupów podano na rysunku 2.12 dla oprawy słupowej żelaznej.

Na elementy prowadzące opraw składają się słupy typu: A1, A2, B1, B2, C, D i tuleje prowadzące odmiany: A, B, C, D, E, F. Wybrane typy słupów prowadzących (ISO 9182) i tulei prowadzących (ISO 9448) przedstawiono na rysunku 2.10. Przykładowe rozwiązanie konstrukcyjne tulei odmiany C i A przedstawiono na rysunku 2.11, a jej wymiary podano w tabl. 2.11.

Tabela 2.10. Wymiary oprawy prostokątnej dwusłupowej z tylnym układem prowadnic, bez płyty prowadzącej (odmiana B1 wg PN-ISO 11415:2000)

$a_1 \times b_1$	c_1		c_2		d_1	y	e_1	e_3	S_1	S_2
160x80	32		32		20	18	100	30	60x80	-
160x125									60x125	160x75
160x160									60x160	160x110
200x125	32	40	32	40	25	23	120	40	72x125	200x61
200x200									72x200	200x136
250x160	32	40	32	40	25	23	170	40	122x160	250x96
250x250									122x250	250x186

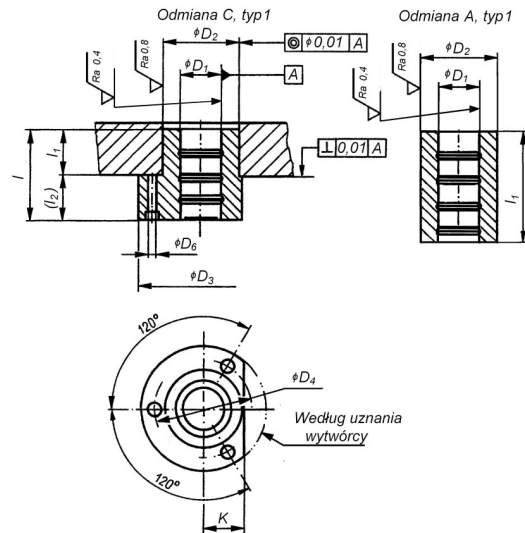


Rysunek 2.10. Wybrane typy szpindli (a) i tulei prowadzących (b) (wg PN-ISO 11415:2000)

Tablica 2.11 Wymiary tulei prowadzącej odmiany C (rysunek 2.11), typ 1 (wg PN-ISO 9448-4) i odmiany A, typ 1 (wg PN-ISO 9448-2)

		nom.	16	20	25	32	40	50					
D_1	tolerancja.	G6				G5							
	$D_2 k5$ 1)	28	32	40	48	58	70						
	D_3	45	50	63	72	85	104						
	D_4	35	40	50	58	70	86						
D_6		4.5	4.5	5.5	5.5	6.6	9						
	Dla śrub	M4	M4	M5	M5	M6	M8						
	K	15	18	23	28	33	38						
l_1		l	(l_2)	l	(l_2)	l	(l_2)	l	(l_2)	l	(l_2)	l	(l_2)
nom.	tol.												
25	-2.0	31	6	40	15								
32	-2.5	38	6	47	15	57	25						
40	-3			55	15	65	25	65	25	70	30		
50	-4							75	25	80	30	92	42
63												105	42

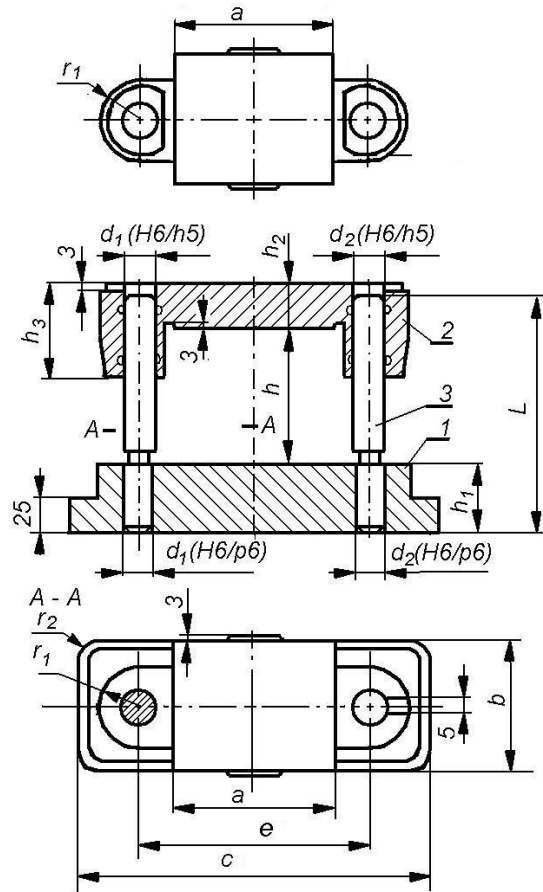
1) Zaleca się stosowanie otworu o polu tolerancji H7



Rysunek 2.11. Tuleja prowadząca odmiany C, typ 1 (wg PN-ISO 9448-4) i odmiany A, typ 1 (wg PN-ISO 9448-2)

Tabela 2.12. Podstawowe wymiary opraw słupowych prostokątnych z symetrycznym układem słupów prowadzących (rysunek 2.12)

Wym. nom.	Płyta głowicowa i podstawowa									Prowadnice słupowe		
	h_{min}	h_{max}	h_1	h_2	h_3	c	e	r_1	r_2	d_1	d_2	L
80x63 100x63	50	105	50	32	70	190 220	110 140	25	12	18	20	140
125x100 160x100	65	125	50	32	70	260 300	160 200	32	20	22	25	140
200x160 250x160	70	134	56	40	80	310 360	200 250	32 36	25	25 28	28 32	160
315x200	75	145	63	50	90	500	380	45	50	36	40	180



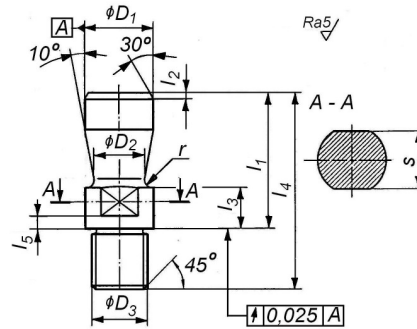
Rysunek 2.12. Żeliwna oprawa słupowa prostokątna z symetrycznym układem słupów prowadzących wg wycofanej normy PN-81/M-66171:

1 – płyta podstawowa (mat. żeliwo szare), 2 – płyta głowicowa (mat. żeliwo modyfikowane), 3 – słupy prowadzące wg PN-ISO 9182;

Oprawy żeliwne nie wymagają stosowania tulei prowadzących, gdyż ich płyty górne mają specjalne nadlewki dla zapewnienia wymaganej długości prowadzenia słupów. Oprawy te są, podobnie jak stalowe, produkowane w wielu układach rozstawienia słupów. Konstrukcję żeliwnej oprawy z symetrycznym układem słupów przedstawiono na rysunku 2.12 a wymiary opraw podano w tabeli 2.12. W górną płytę oprawy słupowej wkręca się czop służący do zamocowania tłoczniaka na prasie. Przykładowe rozwiązanie konstrukcji czopów mocujących wg PN-ISO

ROZDZIAŁ 2

10242-1;2001 przedstawiono na rysunku 2.13, a w tabeli 2.13 podano ich wymiary..



Rysunek 2.13. Czop mocujący wkręcany typ A (wg PN-ISO 10242-1)

Tabela 2.13. Podstawowe wymiary czopów mocujących typu A (wg PN-ISO 10242-1)

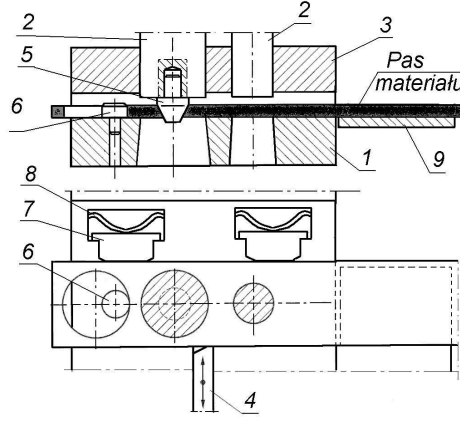
D_1	D_2	$D_3 \times P$	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	r	s
20	15	M16x1,5	40	2	12	58	4	2.5	17
25	20	M16x1,5	45	2.5	16	68	6	2.5	21
		M20x1,5							
32	25	M20x1,5	56	3	16	79	6	2.5	27
		M24x1,5							
40	32	M24x1,5	70	4	26	93	12	4	36
		M27x2							
		M30x2							
50	42	M30x2	80	5	26	106	12	4	41

UWAGA!
Wymiary czopa są zależne od nacisku nominalnego prasy.

Sposoby prowadzenia i ustalania skoku pasa blachy

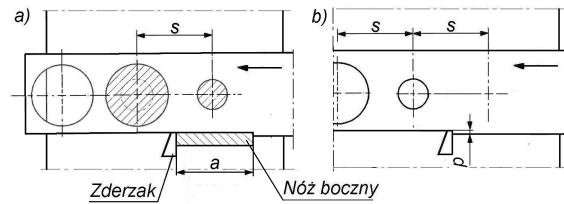
Oprócz prowadzenia pasa blachy (lub taśmy) w listwach prowadzących skrzynki tnącej (rysunek 2.8) istnieją inne metody prowadzenia z których najprostszą jest umieszczenie czterech kołków w odpowiedniej od-

ległości, pomiędzy którymi może przesuwac się taśma. Te rozwiązania są jednak mało dokładne, ponieważ taśma może się odchylić na boki w granicach istniejących luzów. Zwiększenie dokładności prowadzenia można uzyskać przez stałe dociskanie materiału do jednej z listew, która staje się wówczas główną listwą prowadzącą. Na rysunku 2.14 pokazano przykłady konstrukcji elementów prowadzących i dociskających.



Rysunek 2.14. Metody ustalania skoku pasa materiału, działania zderzaka wstępnego i dociskania pasa: 1 – matryca, 2 – stempel, 3 – płyta spychająca, 4 – zderzak wstępny, 5 – pilot, 6 – kołek oporowy, 7 – element dociskający, 8 – sprężyna płaska, 9 - mostek

Skok pasa materiału może być ustalany jest za pomocą kołka oporowego 6. Często stosuje się dodatkowo piloty 5, które wchodzi w wycięte uprzednio otwory. Jedną z metod ustalania skoku jest stosowanie noży bocznych (rysunek 2.15). W fazie roboczej a) stemple wycinają otwory, a nóż boczny wycina z brzegu pasa blachy pasek o długości równej żądanemu skokowi taśmy s o szerokości p . W fazie b) stemple oraz nóż boczny znajdują się w górnym położeniu i wtedy można przesunąć pas blachy do zderzaka o skok S .



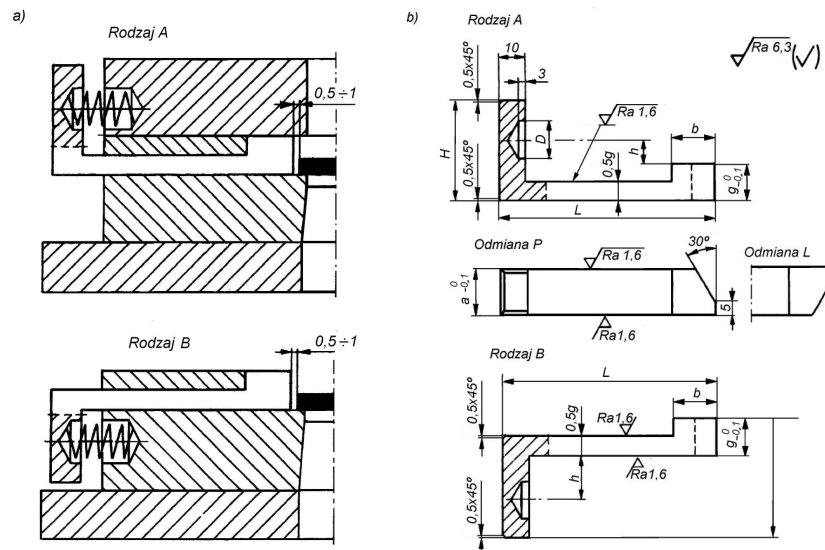
Rysunek 2.15. Ustalanie skoku pasa materiału za pomocą noża bocznego: a – długość noża, S – skok ($S=a$), p – szerokość materiału wycinana przez nóż boczny

Wstępny opór pierwszego skoku dokonuje się za pomocą zderzaków wstępnych 4 (rysunek 2.14). Konstrukcję zderzaków wstępnych przedstawia rysunek 2.16. Wymiary konstrukcyjne zderzaków i sprężyn przedstawione są w tabeli 2.14.

Wymiary konstrukcyjne noży bocznych i wkładek oporowych przedstawione są na rysunku 2.17 w tabeli 2.15.

UWAGA!

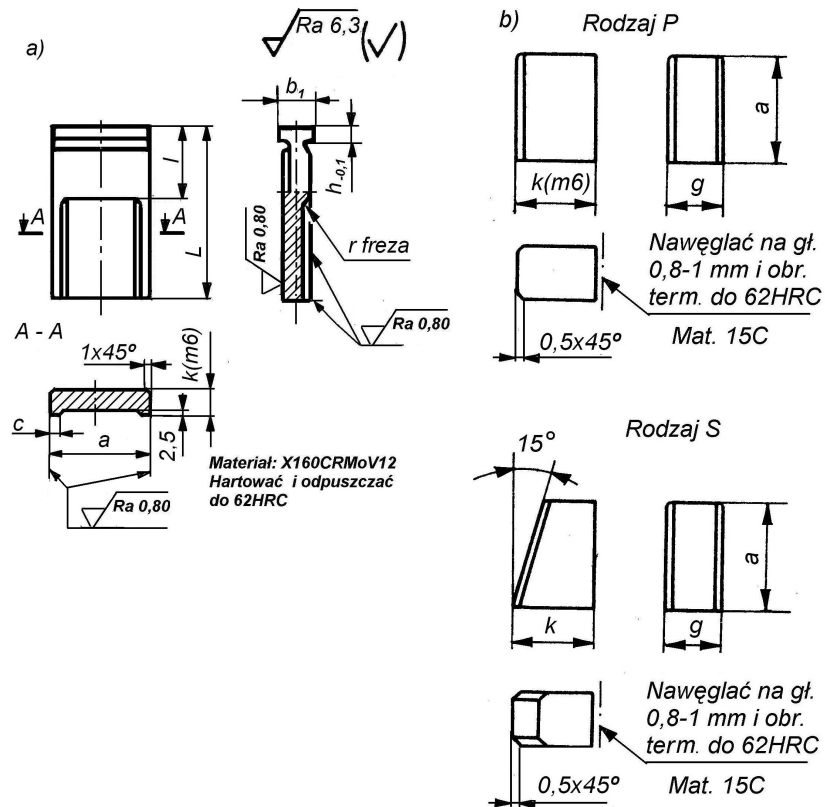
Wykrojniki z nożem bocznym mają większą wydajność niż z kołkiem oporowym. Używa się ich jednak tylko do materiału o grubości do 3 mm. Inne ograniczenie wynika z szerokości noża bocznego, która nie powinna być większa od 35 - 40 mm. Jednak w wypadku cienkich materiałów przyjmuje się długość „a” noży (rysunek 2.15a i 2.17a) do 100 mm.



Rysunek 2.16. Konstrukcja zderzaków wstępnych: a) typy, b) wymiary

Tabela 2.14. Podstawowe wymiary zderzaków wstępnych i sprężyn

L	g	a	b	D	H	h	Sprężyna
40	6	16	8	12	17+g	8.5	d=1; D=10
45	8						
50	6,8,10						
55	6,8,10,12	20	10	14	20+g	10	d=1,2; D=12
60							
65	6,8,10,12,16	20	12	14	24+g	12	d=1,2; D=12
70			15				



Rysunek 2.17. Konstrukcja: a) noży bocznych b) wkładek oporowych

Tabela 2.15. Wymiary noży bocznych i wkładek oporowych do noży bocznych

Noż							Wkładki Rodaj P i S		
a	b	L	l	b1	h	c	a	k	g
do 6	6	40	20	10	6	-	16	12	6
		50	25						8
		60	30						10
		70	35						12
>6÷10	6	40	20	10	6	1,6			
		50	25						

		60 70	30 35				20	14	6 8 10 12
>10÷16	8	40 50 60 70 80	20 25 30 35 35	12	6	3			
>16÷25	10	50 60 70 80 90	30 35 35 35 35	15	6	4	25	16	6 8 10 12
>25÷40	10	60 70 80 90 100	30 35 35 35 35	15	6	5			
>40÷70	12	60 70 80 90 100	30 35 35 35 35	18	8	5			

Materiały stosowane w budowie tłoczników

W budowie tłoczników, z punktu widzenia doboru materiałów, rozróżnia się dwie grupy elementów – konstrukcyjne i robocze. Na elementy konstrukcyjne stosowana jest stal węglowa konstrukcyjna zwykłej oraz wyższej jakości, a także żeliwo i brąz. Na elementy robocze używa się różnych gatunków stali, którym stawia się następujące wymagania: duża twardość oraz odporność na ścieranie i wysoka udurowienie, jak najmniejsza skłonność do pęknięcia i odkształcania podczas obróbki cieplnej, dobra skrawalność. Tego typu wymagania spełniają stale chromowe narzędziowe do pracy na zimno, np.: X210Cr12 (stare oznaczenie – NC11) czy też X160CrMoV121 (stare oznaczenie Nc11LV). Stosowane są również materiały specjalne, podnoszące w znacznym stopniu trwałość materiałów roboczych, np.: spieki ceramiczne i spieki węglików metali. Zwiększenie trwałości elementów roboczych można uzyskać również przez napawanie krawędzi roboczych twardymi stopami (np. stelity). Po

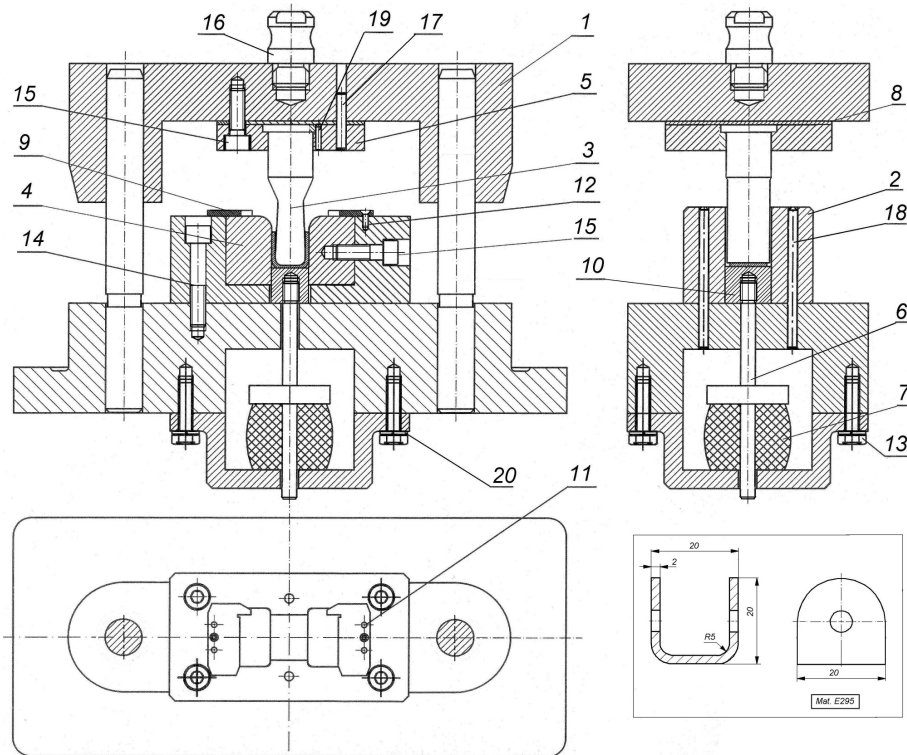
ROZDZIAŁ 2

napawaniu stosuje się wyżarzanie odprężające i piaskowanie. Następnie krawędź tnącą obrabia się na gotowo przez szlifowanie.

2.6. Przykłady konstrukcji tłoczników

Przykład 1 – tłocznik gięta

Na rysunku 2.18 podano przykład konstrukcji wyginaka do części pokazanej w prawym dolnym rogu rysunku. W tabeli 2.17 podano wykaz części do tego tłocznika a na rysunku 2.19 podano rysunek wykonawczy stempla (poz. 3 w tabeli 2.16).



Rysunek 2.18. Konstrukcja tłocznika gięta (projektował P. Trzewik)

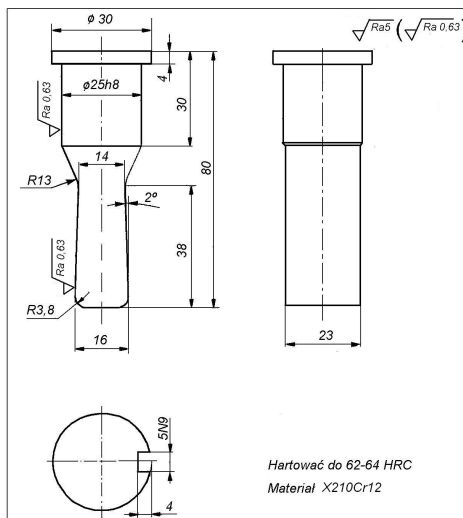
ROZDZIAŁ 2

Tabela 2.17. Specyfikacja części giętaka (rysunek 2.18)

20	Podkładka 8,4	2		PN-EN ISO 7094:2000	
19	Kołek walcowy 5x20	1		PN-EN ISO 2338:2002	
18	Kołek walcowy 8x80	2		PN-EN ISO 2338:2002	
17	Kołek walcowy 6x40	2		PN-EN ISO 2338: 2002	
16	Czop A25xM20	1		PN- ISO 10242:2006	
15	Śruba M8x30	6		PN-EN ISO 4762-2001	
14	Śruba M8x55	4		PN-EN ISO 4762-2001	
13	Śruba M8x30	6		PN-EN ISO 4762-2001	
12	Wkręt M4x10 – 4.8-H	2		PN-EN ISO 7046-1994	
11	Kołek walcowy 3x22	4		PN-EN ISO 2338-2002	
10	Płytką wypychacza	1	C15		58-62 HRC
9	Ogranicznik	2	C45		42-45 HRC
8	Przekładka stempla	1	C45		42-45 HRC
7	Wyrzutnik	1	Guma		
6	Trzpień	1	C45		42-45 HRC
5	Płyta stemplowa	1	C45		42-45 HRC
4	Wkładka matrycowa	1	X210Cr12		58-62 HRC
3	Stempel	1	X210Cr12		58-62 HRC
2	Płyta matrycowa	1	C45		42-45 HRC
1	Oprawa 140x70x190	1		PN-81/M-66171	
Nr kol.	Nazwa części	Il. szt	Materiał	Nr rys. lub norm.	Uwagi

UWAGA!

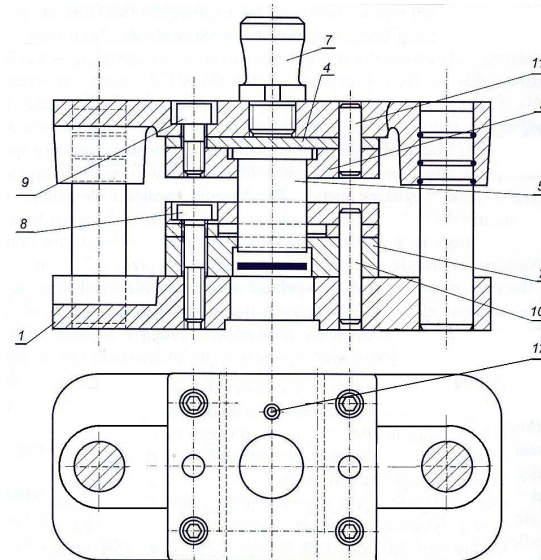
Należy zwrócić uwagę na sposób kątownego ustalenia stempla za pomocą kołka walcowego (poz. 19) i wycięcia 5N9 w kołnierzu stempla.



Rysunek 2.19. Rysunek wykonawczy stempla część 3 z rysunku 2.18

Przykład 2 – tłocznik wykrojnik jednotaktowy

Na rysunku 2.20 przedstawiono przykład rozwiązania konstrukcji jednotaktowego tłocznika wykrojnika. Wykaz części podano w tabeli 2.17.



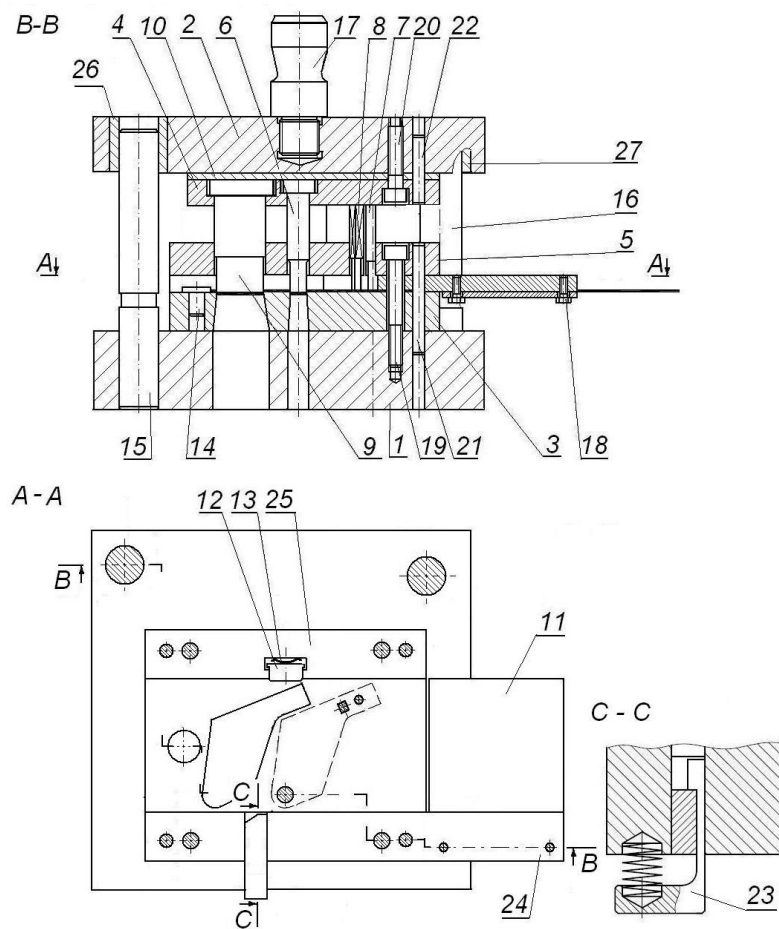
Rysunek 2.20. Konstrukcja jednotaktowego tłocznika wykrojnika [3]

ROZDZIAŁ 2Tabela 2.17. Specyfikacja części wykrojnika jednotaktowego
(rysunek 2.20)

12	Kołek ogr. skok	1	C45		42-45 HRC
11	Kołek walc. 8x40-	2		PN-EN ISO 2338-2002	
10	Kołek walc. 8x50	2		PN-EN ISO 2338-2002	
9	Śruba M10x30	4		PN-EN ISO 4762:2006	
8	Śruba M10x40	4		PN-EN ISO 4762:2006	
7	Czop A25xM20	1		PN-ISO 10242-1-2001	
6					
5	Stempel	1	X210Cr12		52-62 HRC
4	Przekładka stemplowa	1	C45		42-45 HRC
3	Płyta stemplowa	1	C45		
2	Skrzynka tnąca A 77x125	1			
1	Oprawa słupowa 160x100x140	1			
Nr kol.	Nazwa części	Il. szt.	Materiał	Nr rys. lub norm.	Uwagi

Przykład 3 – tłocznik wykrojnik dwutaktowy

Na rysunku 2.21 przedstawiono przykład konstrukcji dwutaktowego tłocznika wykrojnika ze zderzakiem wstępnym. Wykaz części podano w tabeli 2.18.



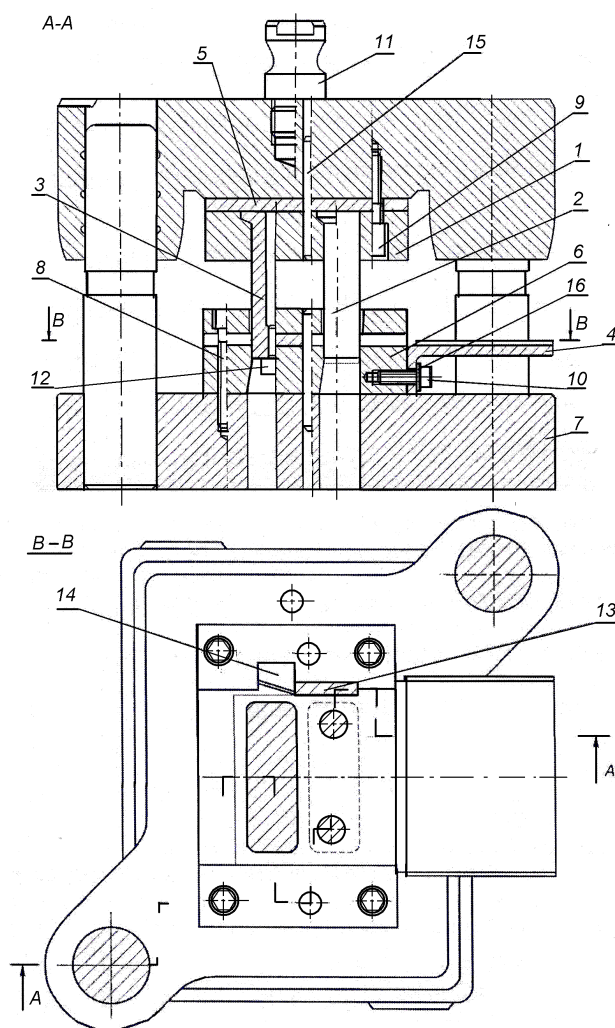
Rysunek 2.21. Tłocznik wykrojnik ze zderzakiem wstępnym (dwutaktowy)

ROZDZIAŁ 2Tabela 2.18. Specyfikacja części wykrojnika dwutaktowego
(rysunek 2.21)

25	Listwa prowadz.	1		PN-70/M-85005	
24	Listwa pr. długa	1		PN-70/M-85005	
23	Zderzak wstępny	1		PN-90/M-66116	
22	Kołek 8n6x60	2		PN-EN ISO 2338-2002	
21	Kołek 8n6x80	4		PN-EN ISO 2338-2002	
20	Śruba M10x45	4		PN-EN ISO 4762-2001	
19	Śruba M10x75	4		PN-EN ISO 4762-2001	
18	Śruba M6x16	2		PN-EN ISO 4762-2001	
17	Czop A25xM20	1		PN-ISO 10242-1-2001	
16	Słup prow. ϕ 32	1		PN-ISO 9182	
15	Słup prow. ϕ 28	1		PN-ISO 9182	
14	Kołek oporowy	1	C45		42-45HRC
13	Sprężyna płaska	1	42CrMo4		58-62HRC
12	Dociskacz pasa	1	C45		42-45HRC
11	Mostek	1	C45		42-45HRC
10	Przekładka	1	C45		42-45HRC
9	Stempel kształt.	1	X210Cr12		58-62HRC
8	Stempel prostok.	1	X210Cr12		58-62HRC
7	Stempel 7-80	1		PN-ISO 9182-1996	58-62HRC
6	Stempel 12-80	1		PN-ISO 9182-1996	58-62HRC
5	Płyta prowadz.	1	C45		42-45HRC
4	Płyta stemplowa	1	C45		42-45HRC
3	Płyta tnąca	1	X210Cr12		58-62HRC
2	Płyta głowicowa	1	E295		
1	Płyta podstaw.	1	E295		
Nr k	Nazwa części	Il. szt.	Materiał	Nr rys. lub norm.	Uwagi

Przykład 4 – tłocznik wykrojnik

Na rysunku 2.22 przedstawiono przykład rozwiązania konstrukcji tłocz-
nika wykrojnika z nożem bocznym. Wykaz części podano w tabeli 2.19.



Rysunek 2.22. Tłocznik wykrojnik z nożem bocznym

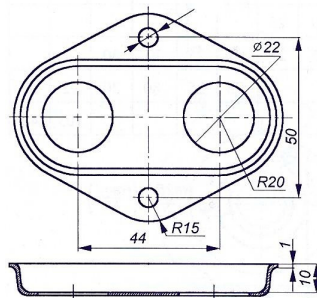
ROZDZIAŁ 2

Tabela 2.19. Specyfikacja części wykrojnika (rysunek 2.22)

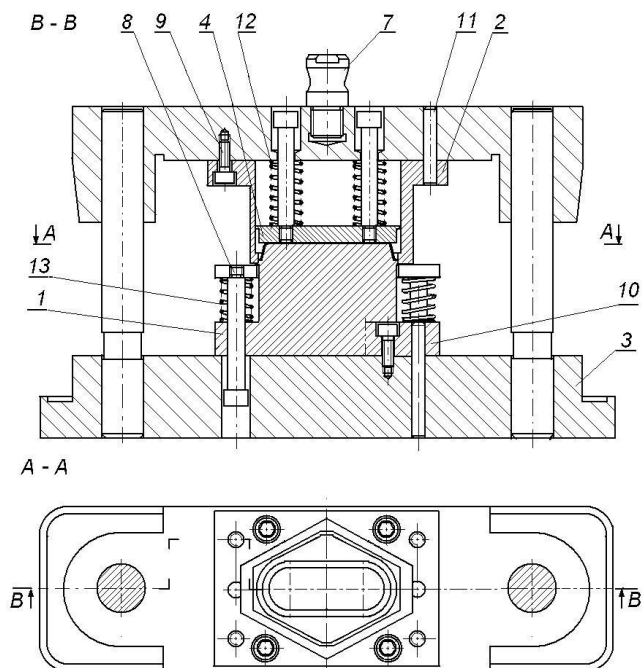
17	Kołek walc. 8n6x50	4		PN- ISO 2338;2002	
16	Podkładka spręż. 6,2	2		PN-85/M-80701	
15	Podkładka spręż. 8,2	8		PN-85/M-80701	
14	Wkładka opr. 8 16x12	1		PN-87/M-66202	
13	Nóż boczny 25x60	1		PN-87/M/-66200	
12	Pilot 20	1		PN-86/M-66140	
11	Czop A 25xM20	1		PN-ISO 10242;2001	
10	Śruba M8x50	2		PN-ISO 4762;2001	
9	Śruba M8x35	4		PN-ISO 2338;2002	
8	Śruba M8x40	4		EN ISO 4762;2001	
7	Oprawa 125x160x160	1		PN-81/M-66182	
6	Skrzynka. tn. A77x125	1		PN-83/M-66263	
5	Podkładka	1	C45E	EN 10083;1991	40-42HRC
4	Wspornik	1	C45E	EN 10083;1991	
3	Stempel	1	X210Cr12	EN ISO4957;1999	58-62HRC
2	Stempel okrągły	1	X210Cr12	EN ISO	58-62HRC
1	Płyta stempłowa	1	C45E	EN 10083;1991	40-42HRC
Nr kol.	Nazwa części	Il. szt.	Materiał	Nr rys./norm.	Uwagi

Przykład 5 – tłocznik okrojnik

Na rysunku 2.24 przedstawiono przykład rozwiązania konstrukcji tłocz-
nika okrojnika dla części przedstawionej na rysunku 2.23. Wykaz części
podano w tabeli 2.20.



Rysunek 2.23. Część okrawana na okrojniku pokazanym
na rysunku 2.24



Rysunek 2.24. Tłocznik okrojnik

ROZDZIAŁ 2

Okrawanie zewnętrznego zarysu jest operacją wykańczającą wykonywaną po uprzednim tłoczeniu, a następnie po wykrawaniu otworów.

Tabela 2.20. Specyfikacja części okrojnika (rysunek 2.24)

14	Sprężyna $\varnothing 20 \times 40$	2	42CrMo4	PN-EN 10083-1-1999	
13	Sprężyna $\varnothing 20 \times 27$	4	42CrMo4	PN-EN 10083-1-1999	
11	Kołek 8n6x50-B	1		PN-EN ISO 2338-2002	
10	Kołek 8n6x70-B	2		PN-EN ISO 2338-2002	
9	Śruba M6x26	8		PN-EN ISO 4762-2001	
8	Śruba M10x72	6		PN-EN ISO 4762-2001	
7	Czop moc. A	1		PN-ISO 10242-2001	
6	Słup prowadzący	2	C15	PN-ISO 9182	
5	Płyta dociskowa	1	C45		42-45HRC
4	Płyta głowicowa	1	E295	PN-81/M-66170	
3	Płyta podstaw.	1	E295	PN-81/M-66170	
2	Stempel	1	X210Cr12		58-62HRC
1	Matryca	1	X210Cr12		58-62HRC
Nr kol.	Nazwa części	Il. szt.	Materiał	Nr rys. lub norm.	Uwagi

2.7 Sposób zamocowania tłoczniaka na prasie

Do procesów tłoczenia najlepiej nadają się prasy mechaniczne mimośrodowe i korbowe. Wielkość prasy powinna być tak dobrana, aby jej nacisk nominalny był większy od maksymalnego nacisku występującego w czasie tłoczenia. Po ustaleniu typu i wielkości prasy należy przy projektowaniu tłoczniaka uwzględnić wymiary jej przestrzeni roboczej. Przede wszystkim należy:

1. Ustalić roboczy skok głowicy tłoczniaka, niezbędny do wykonania operacji i umożliwiający dogodne założenie i wyjęcie

kształtowanego przedmiotu. Skok ten należy dostosować do skoku suwaka prasy.

2. Ustalić wysokość tłoczniaka w położeniu zamkniętym, zgodnie z odległością suwaka prasy od płyty stołu w dolnym położeniu suwaka.
3. Wymiary czopa należy przyjąć zgodnie z wymiarami gniazda w suwaku prasy.
4. Przy dużych tłoczniakach należy dostosować wymiary podstawy do wymiarów stołu prasy, biorąc pod uwagę możliwość umieszczenia śrub lub docisków służących do zamocowania tłoczniaka.

Dane charakterystyczne dla pras mimośrodowych podane są w tabeli 2.21.

Tabela 2.21. Charakterystyczne dane pras mimośrodowych

Charakterystyka	Jednostki	PMS 6,3A	PMS 10A	PMS 16A	PMS 25B
		PMP 6,3A	PMP 10A	PMP 16A	PMP 25B
Nacisk nominalny	10^6 N	6,3	10	16	25
Wysięg	mm	125	160	180	200
Skok nastawny suwaka	mm	8-60	8-70	8-80	8-100
Odl. suwaka od stołu	mm	190	210	235	255
Nastawność suwaka	mm	30	35	45	55
Wymiary stołu	mm	340/230	450/300	500/330	500/370
Średnica otw. w stole	mm	150/170	200/220	225/245	250/270
Średn. otw. w płycie naciskowej	mm	80	100	115	125
Otwór pod czop	mm	25/70	25/70	32/70	32/75
Szerokość rowków teowych w stole	mm	14	14	18	18
Szerokość rowków teowych w suwaku	mm	-	-	-	18

2.8. Podsumowanie

Tłocznictwo jako jedna z nowoczesnych metod obróbki metali znajduje coraz szersze zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu, a przede wszystkim w przemyśle motoryzacyjnym [4]. Zastosowanie mechanizacji i automatyzacji [2] w tłocznictwie zwiększa wykorzystanie urządzeń i polepsza jakość tłoczonych wyrobów, obniżając jednocześnie koszty i zwiększając bezpieczeństwo pracy. Równocześnie z rozwojem technologii tłoczenia nastąpił rozwój pras i urządzeń do mechanizacji i automatyzacji procesów. Rozszerzenie zastosowania tłocznictwa w konstrukcji maszyn uzyskuje się przez przeróbkę konstrukcji poszczególnych części w celu dostosowania ich do operacji tłoczenia, modernizację części i podzespołów w celu zastosowania elementów tłoczonych i tłoczono-spawanych, projektowanie nowych maszyn z uwzględnieniem konstrukcyjnych i technologicznych możliwości tłoczenia. Rozszerzenie zakresu zastosowania tłocznictwa w produkcji seryjnej i małoseryjnej osiąga się przez zastosowanie tłoczników uniwersalnych i uproszczonych [3], zastosowanie tanich i łatwo obrabialnych materiałów na tłoczniki, np. tworzyw sztucznych [4]. Dzięki ww. sposobom obróbka skrawaniem może być w pewnych przypadkach całkowicie zastąpiona operacjami tłoczenia. Zwiększenie wymiarów i grubości tłoczonych wyrobów oraz zwiększenie trwałości tłoczników przez zastosowanie specjalnych materiałów narzędziowych na matryce i stemple, rozszerza zakres tłocznictwa w produkcji masowej i wielkoseryjnej.

2.9. Literatura

1. Erbel St., Kuczyński K., Marciniak Z.: *Obróbka plastyczna*. PWN, Warszawa 1981.
2. Gólatowski T.: *Mechanizacja i automatyzacja w tłocznictwie*. PWN, W-wa 1978.
3. Kapiński S., Skawiński P., Sobieszczański J., Sobolewski J.Z.: *Projektowanie technologii Maszyn*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, W-wa 2007.
4. Kapiński S.: *Kształtowanie elementów nadwozi samochodów*. WKŁ, W-wa 1996.
5. Markiewicz E.: *Poradnik tłoczarza*. WNT, Warszawa 1969.