Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego | Rzeczpospolita Polska | Dofinansowane przez Unię Europejską

Politechnika Świętokrzyska
Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn

Kierunek studiów:
Mechanika i Budowa Maszyn

Piotr Maj

Materiały dydaktyczne do przedmiotu

Projektowanie oprzyrządowania technologicznego

opracowane w ramach realizacji Projektu
„**Dostosowanie kształcenia w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb współczesnej gospodarki**”
FERS.01.05-IP.08-0234/23

Kielce, 2025

Spis treści

1. Wstęp 3
2. Uchwyty 4
2.1. Uchwyty szczękowe 4
2.2. Uchwyty magnetyczne 10
2.3. Imadło 11
2.4. Łapy i śruby dociskowe 15
2.5. Uchwyty składane 17
2.6. Uchwyty magnetyczne 18
2.7. Stoły obrotowe 19
3. Literatura 21

Utwór objęty licencją Creative Commons BY 4.0.
Licencja dostępna pod adresem: https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

1. Wstęp

Oprzyrządowaniem technologicznym można nazwać urządzenie, które stanowi przedłużenie łańcucha technologicznego obrabiarki jak i rozszerzeniem możliwości obróbkowych obrabiarek (Dobrzański, 1981).

Ważnym elementem wyposażania każdej obrabiarki, niezależnie czy jest ona konwencjonalna czy sterowana numerycznie, są uchwyty obróbkowe. Można do nich zaliczyć wszelkie środki technologiczne, które są stosowane w obróbce, montażu, kontroli i transporcie produkowanych części (Feld, 2002). Do głównych zadań uchwytów można zaliczyć precyzyjne ustalenie i mocowanie obrabianych przedmiotów podczas różnych rodzajów obróbki skrawaniem. Istnieje również możliwość rozbudowy zastosowań uchwytów, które można dopasować do różnych procesów technologicznych w zależności od zapotrzebowania (Dobrzański, 1981).

Uchwyty obróbkowe można podzielić na (Feld, 2002):

1. Uchwyty normalne: są to uchwyty produkowane przez wyspecjalizowane zakłady, przeznaczone do ustalenia i zamocowania przedmiotów o prostych kształtach. Możemy do nich zaliczyć: uchwyty samocentrujące dwu-, i więcej szczękowe, imadła maszynowe czy trzpienie tokarskie. Są to tak zwane uchwyty uniwersalne przeznaczone do grup części technologicznie podobnych.
2. Uchwyty specjalizowane: są to uchwyty normalne z dodatkowym wyposażaniem. Możemy do tego zaliczyć normalne imadła, które np. posiadają specjalną szczękę do chwytania przedmiotów o nieregularnych, skomplikowanych kształtach.
3. Uchwyty specjalne: są to uchwyty, które zostały specjalnie zaprojektowane do chwytania określonych części, niekiedy o nieregularnych kształtach. Znajdują one zastosowanie w produkcji wielkoseryjnej.
4. Uchwyty składane: są to uchwyty, które zostały złożone ze znormalizowanych elementów.

Każdy uchwyt składa się wielu części, które można podzielić na dwie grupy: znormalizowane i specjalne. Do elementów znormalizowanych zaliczamy m.in. (Feld, 2002):

- elementy służące do ustalenia położenia przedmiotu w uchwycie,
- służące do zamocowania przedmiotu w uchwycie,
- elementy służące do prowadzenia narzędzi,
- umożliwiające ustalenie uchwytów w przestrzeni roboczej obrabiarki,
- urządzenia umożliwiające zmianę położenia przedmiotu w trakcie obróbki,
- elementy ułatwiające zarządzenie przedmiotem obrabianym i uchwytem.

Do głównych celów zastosowania uchwytów obróbkowych można zaliczyć:

1. Zwiększenie dokładności obróbki,
2. Zwiększenie sztywności i stabilności przedmiotu obrabianego,
3. Skrócenie czasu pracy,
4. Zwiększenie bezpieczeństwa pracy,
5. Możliwości automatyzacji produkcji.

Cele te można uzyskać poprzez skrócenie czasu potrzebnego do ustalenia, zamocowania i demontażu obrabianego przedmiotu. Redukcję czasu potrzebnego do zmiany pozycji przedmiotu, dzięki zastosowaniu w uchwytach odpowiednich elementów umożliwiających ustalenie położenia przedmiotu obrabianego. Przełoży się to dodatkowo na możliwość pracowania w cyklu półautomatycznym lub automatycznym.

2. Uchwyty

Zanim rozpocznie się operację skrawania, przedmiot obrabiany musi zostać odpowiednio umieszczony na obrabiarce. Wymaga to wykonania dwóch kroków: jego ustalenia oraz zamocowania.

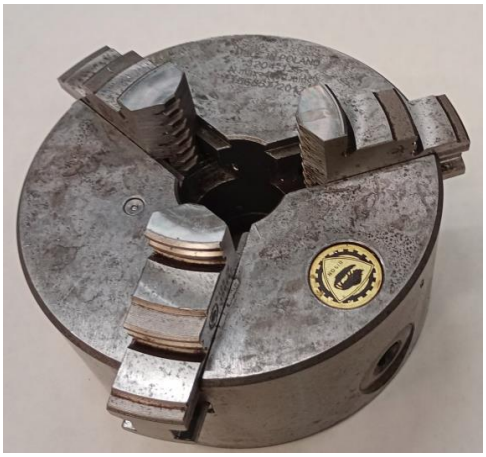
Każdy obiekt w przestrzeni posiada sześć stopni swobody. Odnosząc go do układu trzech wzajemnie prostopadłych osi współrzędnych, może on wykonywać ruchy liniowe wzdłuż osi X, Y i Z (lub w dowolnym kierunku będącym ich kombinacją), a także obracać się wokół osi równoległych do tych kierunków.

Podczas obróbki lub montażu ustalenie przedmiotu polega na ograniczeniu jego swobody ruchu – częściowym lub całkowitym. Aby wyeliminować jeden lub więcej z sześciu stopni swobody, należy docisnąć przedmiot do odpowiednich powierzchni lub punktów na obrabiarce, uchwycie bądź przyrządzie. Każdy taki punkt ogranicza jeden stopień swobody. Jeśli celem jest całkowite unieruchomienie przedmiotu, trzeba go podeprzeć w sześciu punktach (Feld, 2002).

2.1. Uchwyty szczękowe

Do najbardziej popularnych uchwytów tokarskich zaliczamy uchwyty szczękowe. Są to uchwyty samocentrujące, w których wszystkie szczęki poruszają się jednocześnie i symetrycznie względem osi obrotu, dzięki czemu przedmiot obrabiany samoczynnie ustawia się w centrum uchwytu. Uchwyty samocentrujące można podzielić na dwa podstawowe typy: spiralne i zębatkowe. Uchwyt trzyszczękowy samocentrujący przedstawiono na rysunku 1.

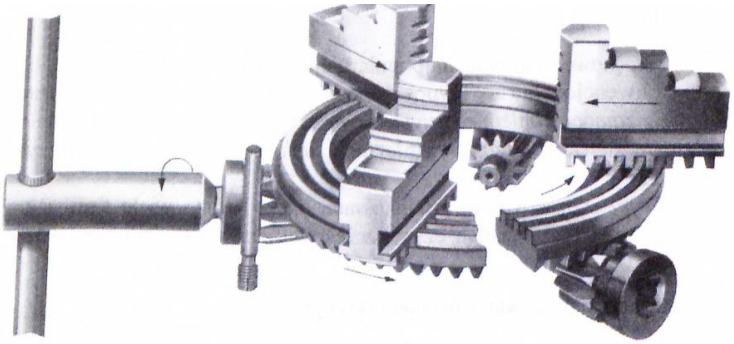
[Tekst alternatywny. Na rysunku 1 przedstawiono uchwyt trzyszczękowy samocentrujący. Jest to bryła cylindryczna z trzema szczękami ustawionymi w szyku kołowym względem środka.]



Rys. 1. Uchwyt trzyszczękowy samocentrujący

Wewnątrz uchwytu znajduje się tarcza, na której wykonana jest spirala Archimedesa. Jest ona wprowadzana w ruch za pomocą specjalnego klucza. Na niej osadzone są szczęki, które posiadają promieniowe kanały i zazębiają się ze spiralą. Wprowadzona w ruch tarcza powoduje zmianę położenia szczęk, które schodzą się do równomiernie do środka uchwytu. Schemat działania przedstawiony jest na rysunku 2 (Feld, 2002).

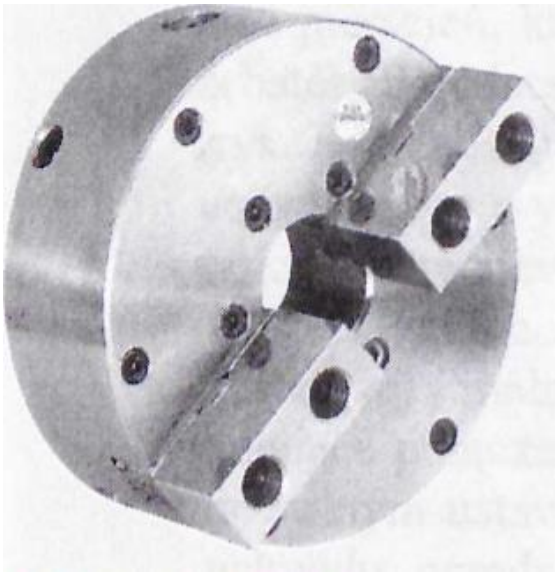
[Tekst alternatywny. Na rysunku 2 przedstawiono schemat działania uchwytu trzyszczękowego samocentrującego. Z lewej strony znajduję się klucz, który wprowadza w ruch okrągłą tarczę ze spiralą. Na tarczy znajdują się szczęki. Zaznaczone strzałki przedstawiają kierunki ruchów poszczególnych elementów]



Rys. 2. Przesuwanie szczęk w uchwycie spiralnym (Feld, 2002).

Podobny schemat działania posiadają uchwyty o mniejszej ilości szczęk. Są to uchwyty dwuszczękowe, które nadają się do mocowania przedmiotów symetrycznych, ale nie obrotowych (Feld, 2002). Uchwyt został przedstawiony na rysunku 3.

[Tekst alternatywny. Na rysunku 3 przedstawiono uchwyt dwuszczękowy, na którym są dwie szczęki ustawione w linii względem środka.]

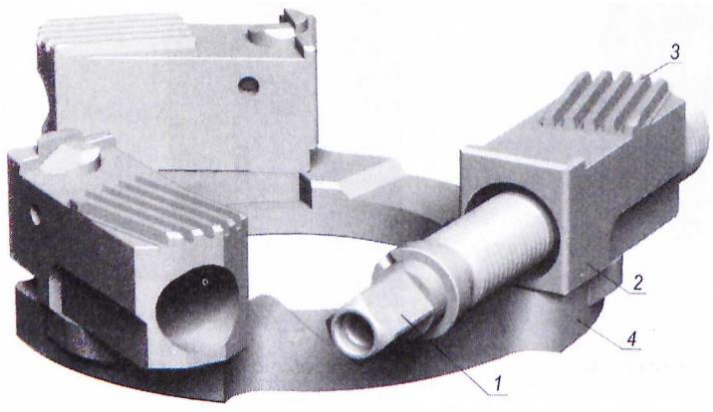


Rys. 3. Uchwyt samocentrujący dwuszczękowy (Feld, 2002).

W przemyśle stosowane są również uchwyty posiadające większą ilość szczęk. Są one przydatne zwłaszcza do zamocowania przedmiotów cienkościennych. W odróżnieniu do uchwytów spiralnych, uchwyty zębatkowe występują tylko w konfiguracji z trzema szczękami (rysunek 4). „Szczęki w tym uchwycie otrzymują ruch promieniowy przez pokręcenie kluczem śruby 1. Jest ona ustalona poosiowo w korpusie i może się tylko obracać, przez co zębatka 2, wykonana jako nakrętka, uzyskuje przesuw wzdłużny. Zazębia się ona swoimi skośnymi zębami 3 ze szczękami 4, które wykonują ruch promieniowy. Zębatka jest połączona z pierścieniem za pomocą czopa. Przesuwająca się zębatka obraca pierścień, który w ten sposób powoduje przesuw dwóch pozostałych zębatek” (Feld, 2002).

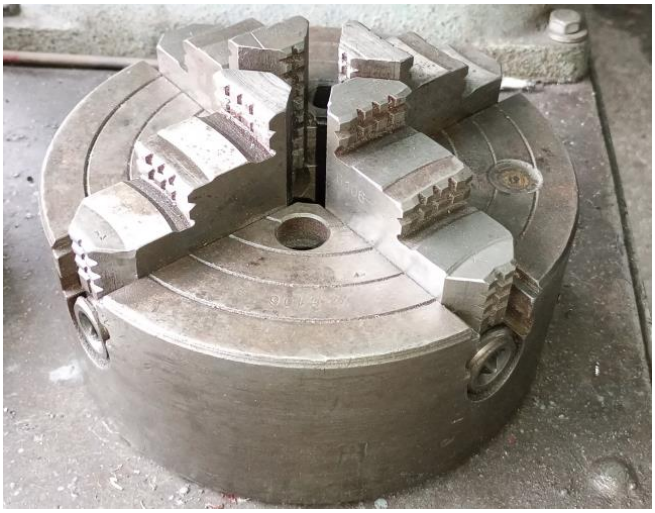
W sytuacji konieczności zamontowania przedmiotu niesymetrycznego można wykorzystać uchwyty kombinowane (rysunek 5). Działają one na podobnej zasadzie, co uchwyty spiralne. Wszystkie szczęki można przemieszczać. Dodatkowo każdą ze szczęk można przemieszczać osiowo niezależnie od innych szczęk. Wewnątrz szczęki znajduje się śruba (rysunek 6), którą można zmienić położenie szczęki.

[Tekst alternatywny. Na rysunku 4 przedstawiono budowę uchwytu zębatkowego. Składa się on z okrągłej tarczy, na której symetrycznie ustawione są szczęki. Są one poruszane za pomocą dokręcanej śruby.]



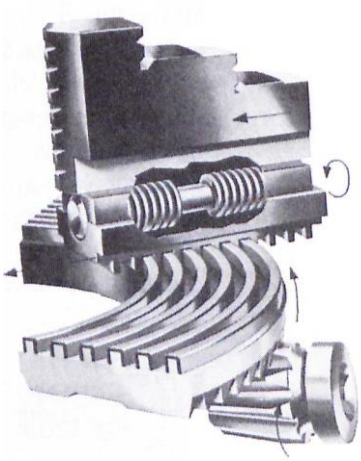
Rys. 4. Uchwyt trzyszczękowy samocentrujący zębatkowy (Feld, 2002).

[Tekst alternatywny. Na rysunku 5 przedstawiono uchwyt czteroszczękowy kombinowany. Składa się on z 4 szczęk zamocowanych w prowadnicach na górnej powierzchni walca. Są one symetrycznie rozstawione. U podstawy każdej szczęki znajduje się miejsce na klucz. Obracanie kluczem umożliwia zmianę położenia pojedynczej szczęki.]



Rys. 5. Uchwyt czteroszczękowy niesamocentrujący.

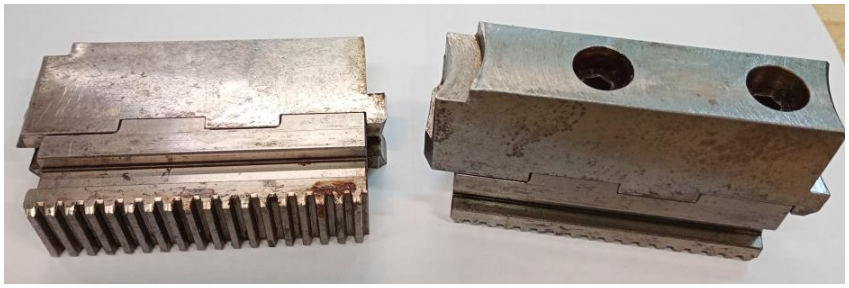
[Tekst alternatywny. Rysunek 6 przedstawia zasadę działania mechanizmu przesuwania szczęki w uchwycie kombinowanym. Szczęka umieszczona jest na dodatkowej szynie. Między szyną a górną częścią szczęki znajduję się przekładnia śrubowa.]



Rys. 6. Zasada pracy uchwytu kombinowanego (Feld, 2002).

Podstawowym elementem składowym każdego uchwytu są szczęki. Jest to element, którego zadaniem jest trzymanie przedmiotu obrabianego. W zależności od ich budowy możemy wyróżnić szczęki: twarde, miękkie, jednolite oraz dzielone. Dodatkowo mogą być przystosowane do mocowania przedmiotu na zewnątrz oraz od środka. Szczęki jednolite wykonane są z jednego kawałka materiału. Dzielone natomiast są modułowe. Oznacza, że posiadają one wymienne części, które są przykręcane do podstawy, dzięki czemu jest możliwość szybkiej wymiany elementów celem dopasowania uchwytu do konkretnego przedmiotu obrabianego (rysunek 7). Szczęki twarde (rysunek 8) są podstawowym wyposażeniem większości uchwytów stosowanych w przemyśle. Ich zadaniem jest mocowanie przedmiotów nieobrobionych. Z racji na swój kształt i zakres pracy mogą być wykorzystywane przy obróbce przedmiotów o dużym przedziale wymiarów. Stosowanie szczęk twardych może spowodować pozostawienie śladu na przedmiocie obrabianym w postaci np.: odkształcenia plastycznego.

[Tekst alternatywny. Rysunek 7 przedstawia szczęki miękkie dzielone, które zostały wcześniej przystosowane do chwytania przedmiotu o zadanej średnicy. Na uchwycie widać wycięte łuki które są dopasowane do średnicy przedmiotu obrabianego.]



Rys. 7. Szczęki miękkie dzielone.

[Tekst alternatywny. Na rysunku 8 znajdują się szczęki twarde z uchwytu trzyszczękowego. Mają one kształt prostopadłościanów z wyciętymi u góry schodkami. U ich podstawy znajdują się rowki.]

Rys. 8. Szczęki twarde jednolite.

Szczęki miękkie stosuje się do zamocowania przedmiotów cienkościennych oraz z obrobioną dokładnie powierzchnią. Przygotowanie szczęk miękkich polega na wcześniejszym przetoczeniu ich tak aby ich kształt i wymiar dopasować do przedmiotu obrabianego (rysunek 9). Efektem tego będzie dobre dopasowanie powierzchni szczęk do przedmiotu, które poprawi centrowanie obrabianego przedmiotu i zredukuje ślady po uchwycie. Szczęki są wymienialne dzięki, temu można zawsze je dopasować do obrabianego przedmiotu.

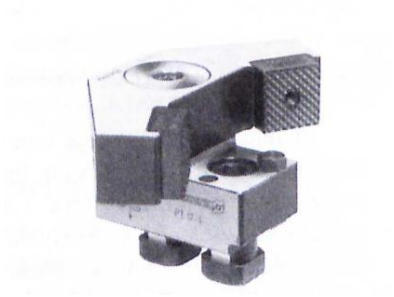
[Tekst alternatywny. Na zdjęciu znajdują się trzy górne nakładki szczęk miękkich dzielonych. Są to prostopadłościany przygotowane do procesu obróbki przez dopasowanie ich powierzchni roboczej do kształtu przedmiotu obrabianego. Na górnej powierzchni znajdują się otwory na śruby, aby móc je przykręcić do podstawy.]

Rys. 9. Wymienny element chwytowy szczęki miękkiej dzielonej.

W przypadku obróbki elementów cienkościennych lub podatnych na odkształcenie stosuje się szczęki wahliwe (rysunek 10). Ich budowa zwiększa pole

nacisku szczęk na przedmiot, co przekłada się na zmniejszenie siły oddziałującej na przedmiot. W rezultacie przedmiot nie odkształca się.

[Tekst alternatywny. Na rysunku 10 przedstawiono szczękę wahliwą. Na szczęce zamocowany jest uchwyt w kształcie łuku, który posiada kilka punktów podparcia.]



Rys. 10. Szczęka wahliwa (Feld, 2002).

2.2. Uchwyty magnetyczne

Ten typ uchwytów może być zastosowany jedynie do przedmiotów ferromagnetycznych, czyli takich, które przyciągane są przez pole magnetyczne. W tego typu uchwytach bieguny są ustawione równoległe. W wyniku zmiany położenia magnesów wewnątrz obudowy za pomocą klucza bądź dźwigni zwiększa się pole magnetyczne, które będzie przyciągać przedmiot do powierzchni uchwytu (rysunek 11).

[Tekst alternatywny. Na rysunku 11 znajduje się uchwyt magnetyczny. Jest to walec, który posiada na górnej powierzchni widoczne okręgi ustawione w równych odstępach względem środka. Znajdują się tam również równoległe ułożone jasne linie, które przedstawiają położenie magnesów wewnątrz obudowy. Od przodu znajduje się miejsce na klucz do mechanizmu który zmienia położenie magnesów, powodując aktywację pola magnetycznego.]

Rys. 11. Uchwyt magnetyczny.

2.3. Imadło

Imadło to urządzenie służące do zamocowania i unieruchomienia przedmiotu, który ma zostać poddany procesowi obróbki. Zbudowane jest z dwóch szczęk, z czego jedna jest nieruchoma natomiast druga ulega przemieszczeniu za pomocą śruby (rysunek 12), bądź dwóch ruchomych. Śruba natomiast zakończona jest dźwignią, która służy jako element napędzający.

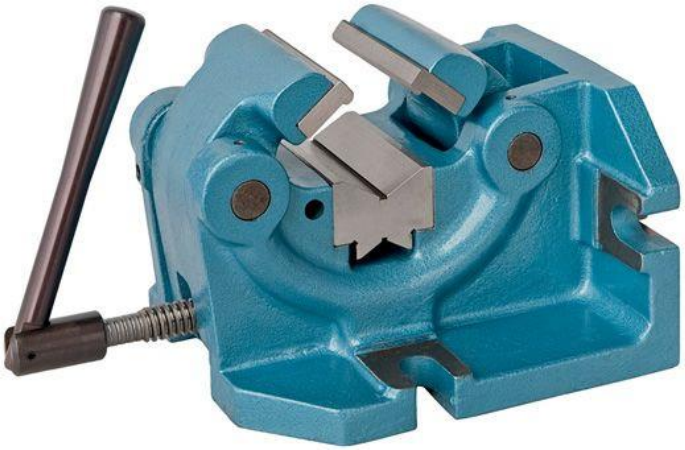
[Tekst alternatywny. Na rysunku 12 zamieszczone jest imadło. Zbudowane jest ono z dwóch szczęk i korby. Jedna z tych szczęk jest nieruchoma, druga natomiast jest przesuwana za pomocą korbki. Pomiędzy szczękami umieszcza się przedmiot, a korbką dokręca szczękę aby mocno i pewnie złapać przedmiot.]

Rys. 12. Imadło maszynowe z przesuwną śrubą firmy BISON (BISON, 2022).

Imadła wyposażone są w rowkowane szczęki. Pomiędzy nimi umieszcza się przedmiot. Z racji na swój kształt w imadłach można mocować wszelkie przedmioty, które posiadają dwie powierzchnie równoległe. W sytuacji, gdy jest konieczność zamocowania przedmiotu o bardziej nieregularnych kształtach, jest możliwość wymiany szczęk na szczęki specjalne, które mogą być swoim kształtem dopasowane do kształtu przedmiotu.

Do zamocowania wałków służą imadła specjalne (rysunek 13). Wałek ustala się w pryzmie przez dosunięcie powierzchnią boczną do oporu. Następnie mocuje się go między szczękami za pomocną śruby posiadającej lewy i prawy gwint, która dociska szczęki do wałka.

[Tekst alternatywny. Rysunek 13 przedstawia imadło do chwytania wałków. W środkowej części znajduje się pryzma. Jest to stalowa płytka, w której wycięty jest rowek w kształcie trójkąta. Powyżej znajduje się dwie ruchome szczęki, które dociskają i utrzymują wałek. Z lewej strony znajduję się pokrętło, którym ustawia się położenie szczęk.]



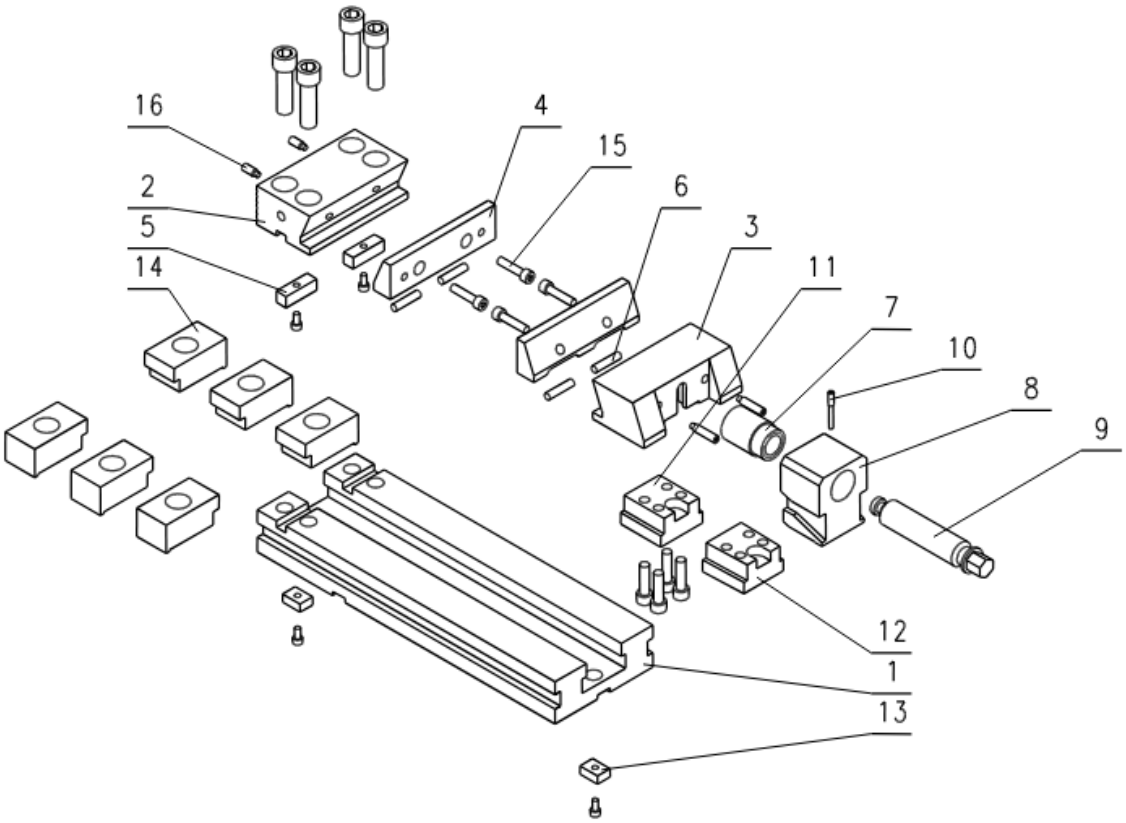
Rys. 13. Imadło maszynowe do wałków firmy BISON. (BISON, 2022)

Do precyzyjnych prac frezarskich i szlifierskich na obrabiarkach CNC stosuje się imadła maszynowe precyzyjne (rysunek 14). Solidna budowa (rysunek 15), wysoka precyzja oraz jakość wykonania imadeł gwarantują dokładne pozycjonowanie i silne mocowanie przedmiotów obrabianych. Dzięki temu możliwe jest stosowanie zestawów imadeł bezpośrednio na stole obrabiarki, co pozwala na skuteczne mocowanie detali o dużych gabarytach lub jednoczesną obróbkę kilku elementów.

[Tekst alternatywny. Rysunek 14 przedstawia imadło precyzyjne. Jest to stalowa płyta, która w środkowej części posiada wycięty rowek. Z lewej strony znajduje się szczęka, która jest przykręcona za pomocą śrub. Z prawej strony znajduje się ruchoma szczęka, która osadzona jest w rowku. Do niej przymocowana jest śruba, którą poprzez kręcenie ustawia się położenie szczęki.]

Rys. 14. Imadło precyzyjne maszynowe.

[Tekst alternatywny. Rysunek 15 przedstawia elementy, z których zbudowane jest imadło precyzyjne. Każda część jest ponumerowana od 1 do 16 i opisana pod rysunkiem. W skład uchwytu wchodzi podstawa, szczęki, podkładki i śruby mocujące poszczególne elementy.]



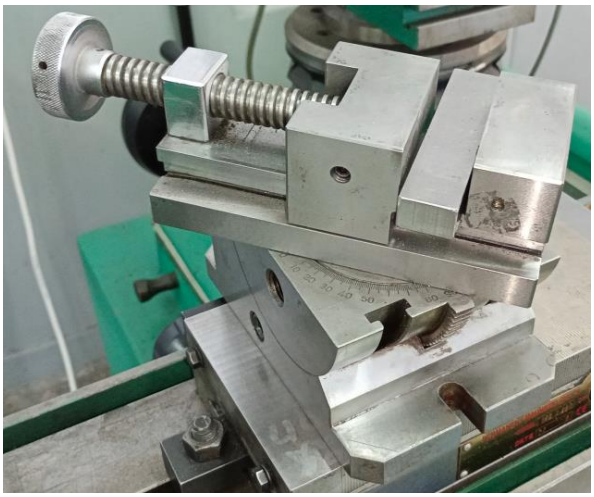
Rys. 15. Imadło precyzyjne BISON: 1. Korpus, 2. Szczęka stała, 3. Szczęka ruchoma, 4. Wkładka szczękowa, 5. Wpust, 6. Podkładka oporowa, 7. Tuleja, 8. Obsada, 9. Śruba pociągowa, 10. Wkręt, 11. Płytka, prowadząca, 12. Płytka prowadząca wahliwa, 13. Wpust ustalający, 14. Łapa imadła, 15. Śruba, 16. Wkręt (BISON, 2021).

W sytuacji, gdy jest konieczność obrobienia powierzchni pod zadanym kątem, stosuje się imadła obrotowo-uchylne. Jest to imadło, które w swojej podstawie ma dodatkowe wyposażenie. Obrotnica umożliwia obrót. Podziałka na niej pozwala na precyzyjne skręcenie imadła. Jest też mechanizm kołyskowy, który umożliwia pochylenie całego imadła (rysunek 16).

Do zupełnie innej grupy imadeł należy imadło fraktalne. Działa ono na zasadzie modularnych, wielosegmentowych szczęk, które automatycznie dopasowują się do nieregularnych, nietypowych i asymetrycznych kształtów przedmiotu. Jest to możliwe dzięki fraktalnej budowie szczęk. Składają się one z wielu mniejszych segmentów, połączonych przegubowo w taki sposób, że każdy z nich porusza się niezależnie, ale

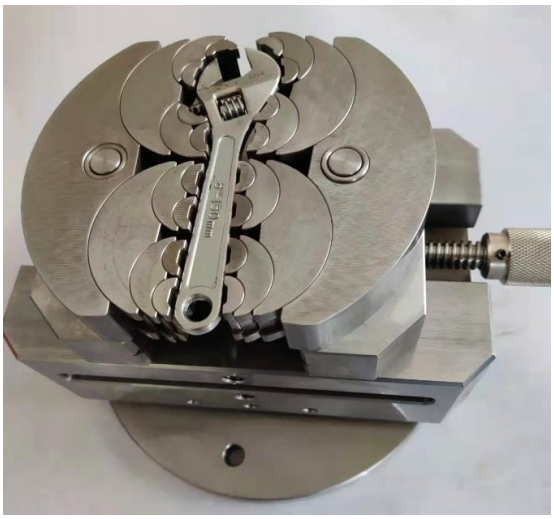
zgodnie z całą strukturą. Dzięki temu ich powierzchnia może dopasować się do nieregularnych powierzchni (rysunek 17).

[Tekst alternatywny. Rysunek 16 przedstawia imadło, które zamocowane jest na przystawce. Przystawka składa się z dwóch mechanizmów. Pierwszy umożliwia pochylanie imadła za pomocą kołyski, jest to element w kształcie łuku. Drugi mechanizm posiada podziałkę kątową i umożliwia obracanie imadła.]



Rys. 16. Imadło obrotowo uchylne.

[Tekst alternatywny. Rysunek 17 przedstawia imadło fraktalne. Jest to imadło zbudowane z wielu mniejszych uchwytów, które są ruchome. Mogą nieznacznie obracać się w pionie. Umożliwia do dopasowanie się ich do trzymanego przedmiotu. Na rysunku widać jak imadło utrzymuje klucz francuski, poprzez dopasowanie się położenia każdej małej szczęki do powierzchni klucza.]



Rys. 17. Imadło fraktalne (HomemadeTools, 2023).

2.4. Łapy i śruby dociskowe

Śruby i łapy dociskowe to podstawowe elementy mocujące używane w frezarkach, służące do unieruchamiania przedmiotu obrabiarnego (obrabianego przedmiotu) na stole maszyny (rysunek 18). Śruba dociskowa, wkręcana w nakrętkę teową umieszczoną w rowku stołu, przenosi siłę dokręcania na łapę dociskową. Ta z kolei przyciska na przedmiot od góry, często przez podkładkę lub dystans, zapewniając stabilność i bezpieczeństwo obróbki (Feld, 2002).

[Tekst alternatywny. Rysunek 18 przedstawia łapę dociskową. Składa się ona z dwóch śrub, nakrętki oraz trzpienia. Lewa posiada łeb w kształcie rowka mocującego na stole obrabiarki, od góry znajduje się nakrętka. Prawy posiada perforowaną tarczę ułatwiającą jej obrót.]

Rys. 18. Łapa dociskowa

Łapy dociskowe występują w różnych wariantach, mogą być proste, ząbkowane lub regulowane, w zależności od potrzeb (rysunek 19). Śruby również różnią się typem łba i końcówki, popularne są wersje z łbem sześciokątnym lub imbusowym.

[Tekst alternatywny. Na Rysunku 19 przedstawiono łapę dociskową. Ma ona kształt spłaszczonej litery S, przez którą przechodzi śruba posiadająca na górze nakrętkę.]

Rys. 19. Łapa dociskowa (Feld, 2002).

System mocowania oparty na śrubach i łapach pozwala na precyzyjne, silne i elastyczne unieruchomienie przedmiotu, nawet o nietypowym kształcie. Stosując różne rodzaje podpórek możemy dopasować uchwyt do wysokości przedmiotu aby zapewnić solidne zamocowanie (rysunek 20).

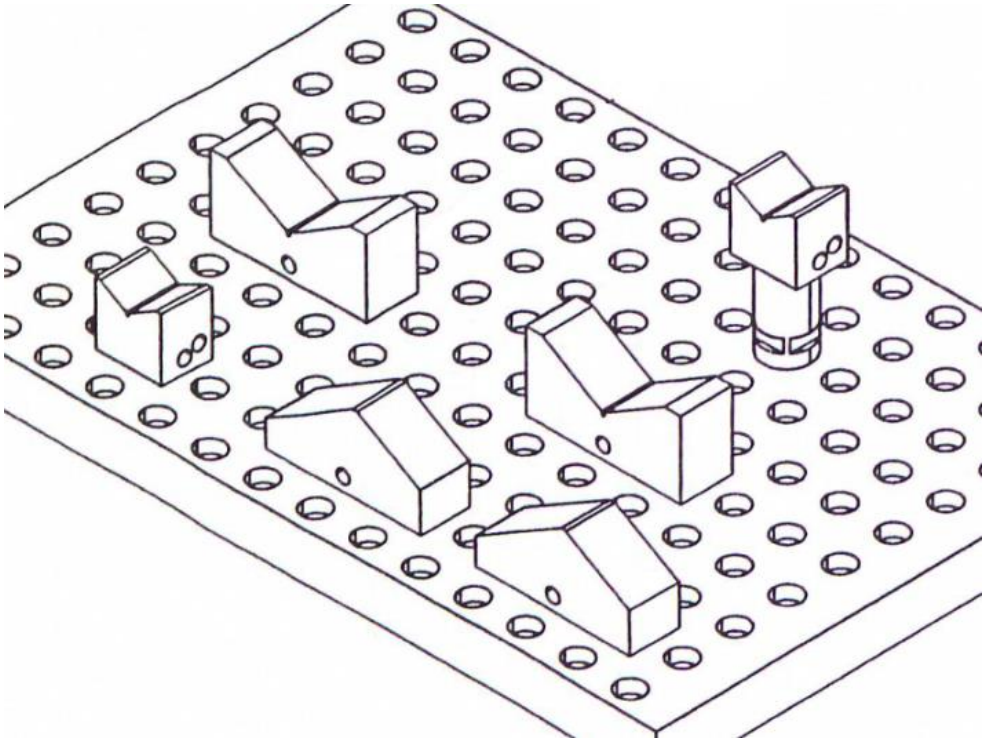
[Tekst alternatywny. Rysunek 20 przedstawia docisk z podpórką schodkową. Z lewej strony znajdują się dwie podpórki. Są to graniastosłupy o podstawie trójkąta peostokątnego z wyciętymi schodkami na jednym z boków. Po środku znajdują się trzy śruby. Z prawej strony są dwa dociski. Są to płytki, które w środkowej części posiadają otwory na śruby. Na ich boku znajdują się schodki o takim wymiarze, aby pasowały do schodów na podpórkach.]

Rys. 20. Zestaw łap z podpórkami schodkowymi.

2.5. Uchwyty składane

Do elementów o bardzo nieregularnych kształtach albo do ciągle zmieniających się wymagań konstrukcyjnych obrabianych przedmiotów, stosuję się uchwyty składane. Projektowanie i wykonywanie uchwytów specjalnych, indywidualnie dopasowanych do jednego rodzaju przedmiotu, może być bardzo czasochłonnym procesem i do tego drogim. Ich konstrukcja jest bardzo prosta i opiera się w dużej mierze na elementach prefabrykowanych. Podstawę takiego uchwytu stanowi płyta. Posiada ona na swojej powierzchni otwory, które są od siebie oddalone o stałą wartość. W tych otworach umieszcza się trzpienie, śruby, wałki, pryzmy ustalające. Ich zadaniem jest podtrzymanie obrabianego przedmiotu i ustawienie go w odpowiedniej płaszczyźnie (rysunek 21).

[Tekst alternatywny. Na Rysunku 21 przedstawiona jest płyta mocująca, na której zamocowane są pryzmy oraz elementy skośne do oparcia i podtrzymania przedmiotu obrabianego.]

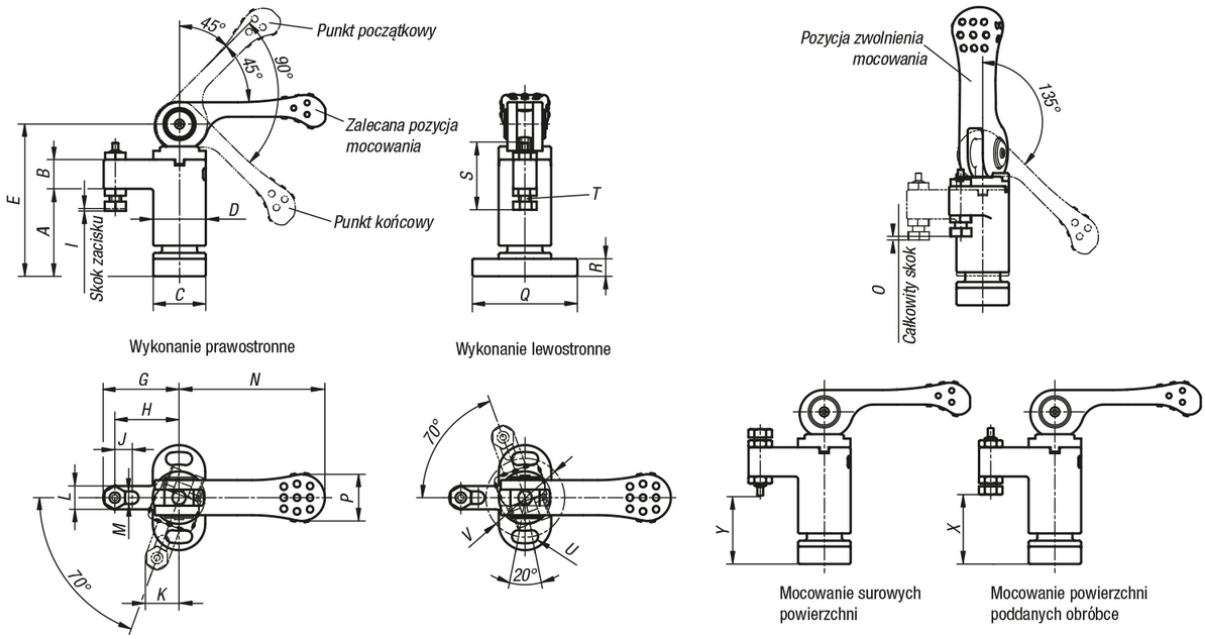


Rys. 21. Płyta z elementami ustalającymi (Feld, 2002).

Po ustawieniu przedmiotu na elementach ustalających należy przedmiot przymocować. Mogą do tego celu posłużyć łapy i śruby mocujące. Aby przyśpieszyć

proces demontażu i montowania nowego przedmiotu stosuje się również dociski z dźwignią (rysunek 22).

[Tekst alternatywny. Rysunek 22 przedstawia dźwignię dociskową. Składa się ona z korpusu, ruchomej dziwni na górze, elementu dociskowego wychodzącego z korpusu uchwytu.]



Rys. 22. Dźwignia dociskowa (KIPP, 2025)

2.6. Uchwyty magnetyczne

Stół próżniowy (podciśnieniowy) wykorzystuje zjawisko podciśnienia do mocowania materiału (rysunek 23). Specjalna pompa odciąga powietrze spod powierzchni przedmiotu, co powoduje, że różnica ciśnień przyciska materiał do stołu. Siła ta działa równomiernie dzięki systemowi kanałów rozmieszczonych w formie żebrowania bądź, otworów równo rozlokowanych na powierzchni. Dodatkowe uszczelki pozwalają dopasować obszar mocowania do kształtu elementu. Takie rozwiązanie pozwala na szybkie unieruchomienie elementów z różnych materiałów np.: stal, aluminium, tworzywa sztuczne, szkło bez użycia imadeł czy zacisków. [Tekst alternatywny. Na rysunku 23 przedstawiono stół, który na swojej górnej powierzchni ma wycięte poziome i pionowe rzędy rowków. Pomiędzy mini znajdują się otwory. Na powierzchniach bocznych znajdują się śruby i pokrętła, których zadaniem jest regulacja stołu. Na przedniej powierzchni dodatkowo znajdują się wyprowadzenia pod wężyki odprowadzające powietrze].

Politechnika Świętokrzyska Kielce University of Technology
Projekt „Dostosowanie kształcenia w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb współczesnej gospodarki" nr FERS.01.05-IP.08-0234/23

Rys. 23. Wypustowy stół próżniowy (Vacusystem, 2025).

2.7. Stoły obrotowe

Stół obrotowy frezarski to specjalistyczne wyposażenie wspomagające pracę frezarek konwencjonalnych i sterowanych numerycznie. Charakteryzuje się on możliwością wykonywania ruchu obrotowego za pomocą napędu ręcznego lub mechanicznego (rysunek 24).

[Teks alternatywny. Rysunek 24 przedstawia stół obrotowy. W środkowej części znajduje się okrągły stół w wyciętymi rowkami do zamocowania przedmiotu obrabianego. Z lewej strony znajduje się pokrętło to ręcznego sterowania obrotem stołu wraz z dźwignią blokującą. Od przodu znajduje się złącze umożliwiające podpięcie zewnętrznego napędu poprzez korbowód].

Rys. 24. Stół obrotowy.

Takie stoły mogą występować w dwóch wersjach: poziomych i pionowych. Zadaniem stołu jest kontrolowany i precyzyjny obrót obrabianego przedmiotu względem jednej

Politechnika Świętokrzyska
Kielce University of Technology
Projekt „Dostosowanie kształcenia w Politechnice Świętokrzyskiej do potrzeb współczesnej gospodarki"
nr FERS.01.05-IP.08-0234/23

z osi. W zależności od konstrukcji stołu są to osie poziome X lub Y, bądź oś pionowa Z. Często tego typu stoły są wyposażone w podziałkę kątową jak i mechanizmy podziałowe. Umożliwia to dokładne pozycjonowanie przedmiotu obrabianego pod żądanym kątem, co pozwala na wykonywanie złożonych operacji, takich jak frezowanie promieniowo rozmieszczonych otworów, rowków, wielokątów czy innych elementów symetrycznych (rysunek 25).

[Tekst alternatywny. Na rysunku 25 przedstawiono uchwyt podziałowy. W przedniej części znajduje sie obrotowy uchwyt gdzie mocuje się przedmiot obrabiany. Dookoła niego znajdują się dźwignie blokujące obrót uchwytu. Z lewej strony znajduje się pokrętło z podziałką, która służy do obracania uchwytu o zadany kąt].

Rys. 25. Uchwyt poziomy z systemem podziałowym (BISON, 2025).

Stoły obrotowe mogą być w pełni zintegrowane z systemem sterowania CNC, gdzie będą stanowić dodatkową oś maszyny. W niektórych przypadkach mogą być wyposażone w oś umożliwiającą pochylenie przedmiotu. Ich zastosowanie znacząco rozszerza możliwości frezarki, umożliwiając obróbkę przedmiotów z wielu stron w jednym zamocowaniu (rysunek 26).

[Tekst alternatywny. Na rysunku 26 przedstawiony jest stół uchylno obrotowy. Na stalowej podstawie po przeciwnych stronach zamocowane są dwie kolumny. Pomiędzy nimi zamocowany jest stół w kształcie kołyski, który może się wychylać. Na kołysce zamocowany jest stół obrotowy do mocowania przedmiotów].

Rys. 26. Stół uchylno-obrotowy (Haas, 2025)

3. Literatura

1. BISON. Instrukcja obsługi nr 1201-01 imadła maszynowe precyzyjne TYP 6620, 6621, 6622, 6623, 66241, 2021
2. BISON, Katalog uchwytów: Imadła, 2022
3. BISON, Stoły i przyrządy podziałowe, 2025 (https://store.bison-chuck.com/pl/pl/stol-podzialowy-5859-160.html, dostępny, 15.05.2025)
4. Dobrzański T. (1981). *Uchwyty obróbkowe, Poradnik konstruktora*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa
5. Feld M. (2002). *Uchwyty obróbkowe*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.
6. Hass, Stół uchylno-obrotowy, 2025 (https://www.haascnc.com/pl/machines/rotaries-indexers/5-axis-rotaries/models/tr310.html, dostępny 16.05.2025)
7. HomemadeTools 2023, Imadło fraktalne, (https://www.homemadetools.net/forum/fractal-vise-jaws-gear-teeth-video-98532, dostępny 21.05.2025)
8. KIPP, Uchwyty dociskowe (https://www.kipp.pl/pl/produkty/ELEMENTY-MANIPULACYJNE/Elementy-mocuj%C4%85ce/Dociski-odchylane/Miniaturowy-dociskacz-z-d%C5%BAwigni%C4%85-mimo%C5%9Brodow%C4%85/p/agid.31779?q=%3A%3AallowedCategoryPages%3A26497 dostępny 18.05.2025)
9. Vacusystem, Stoły próżniowe CNC, 2025 (https://vacusystem.pl/pl/produkt/rastrowy-wpustowy-stol-prozniowy-vacu%e2%80%91plate%e2%80%91r-basic-200x120/, dostępny 17.05.2025)