



Wstęp do współczesnej inżynierii



w6



Wstęp do współczesnej inżynierii

Systemy CAD/CAM wspomagają etapy procesu produkcyjnego:

- projektowanie części:
koncepcja, obliczenia, szkice, konstrukcja;
- projektowanie procesów:
procesy wytwarzania, system produkcyjny, produkcja
- wytwarzanie:
obróbka, montaż, kontrola jakości.



Źródło: Wojciech Żyłka W., Żyłka M.: Nowoczesne systemy wspomagające pracę inżyniera



Wstęp do współczesnej inżynierii

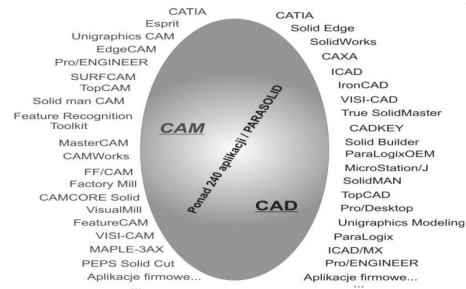
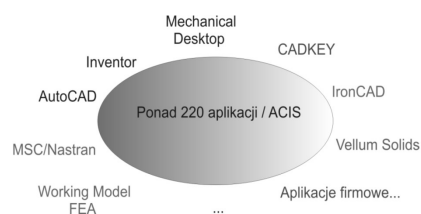
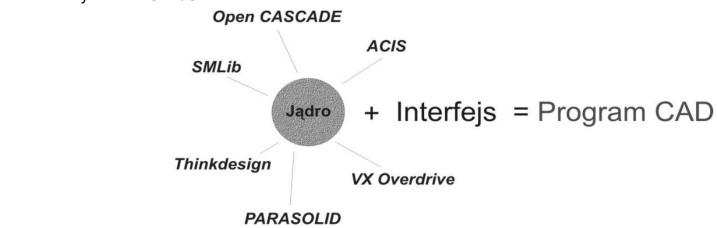
Zalety stosowania CAD/CAM

- możliwość modelowania brył,
- szybki wgląd w zebrane informacje;
- dokonywanie obliczeń i analiza modeli 3D
- tworzenie dokumentacji technicznej,
- programowanie obróbki,
- powtarzalność,
- wysoka jakość produktów,
- krótki czas projektowania co pozytywnie wpływa na czas realizacji zamówienia,
- niezawodność,
- elastyczność,
- możliwość automatycznego generowania programów obróbki



Wstęp do współczesnej inżynierii

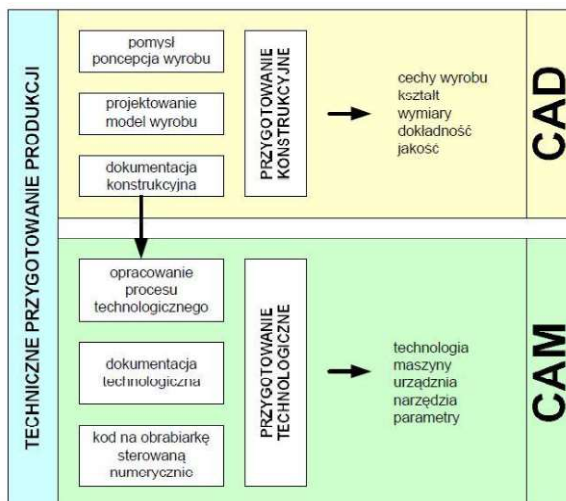
Budowa systemów CAD/CAM



Zródło: Wojciech Żyłka W., Żyłka M.: Nowoczesne systemy wspomagające pracę inżyniera



Wstęp do współczesnej inżynierii



Zakres zastosowań programów CAD CAM

Zródło: Czech-Dudek K.: Zastosowanie systemów CAD/CAM w przygotowaniu produkcji



Wstęp do współczesnej inżynierii

Typy programów

CAD (Computer Aided Design) – komputerowe wspomaganie projektowania – zasadniczą rolą oprogramowania jest modelowanie geometryczne mające na celu określenie konstrukcji wyrobu.

Definiowaną konstrukcją tworzą cechy: geometryczne, dynamiczne oraz technologiczne.

Oprogramowanie tego typu ma za zadanie wspierać inżyniera zwłaszcza na etapie projektowania produktu.

Głównym zastosowaniem programów CAD jest tworzenie modeli części oraz dokumentacji konstrukcyjnej i technologicznej.

Często również służą do tworzenia wirtualnych prototypów, symulacji i fotorealistycznych wizualizacji.





Wstęp do współczesnej inżynierii

Typy programów

CAM (Computer Aided Manufacturing) – komputerowe wspomaganie wytwarzania – systemy CAM służą do sterowania procesami wytwarzania za pomocą komputera.

Przy ich pomocy odbywa się sterowanie obrabiarkami, robotami, centrami obróbkowymi czy też liniami montażowymi. Wykorzystują informacje z systemów CAD.

Programy typu CAM często posiadają budowę modułową łącząc w sobie różnego rodzaju typy obróbek. Posiadają rozbudowane biblioteki narzędzi, pozwalające na optymalny ich dobór do danej operacji wraz z parametrami obróbki.

Umożliwiają symulacje oraz wizualizacje całego procesu technologicznego.

Na podstawie wprowadzonych i zawartych w systemie danych możliwe jest wygenerowanie dokumentacji technologicznej oraz kodów NC, sterujących procesem obróbki.



Wstęp do współczesnej inżynierii

Typy programów

CAE (Computer Aided Engineering) – komputerowe wspomaganie obliczeń – oprogramowanie pozwalające na komputerową analizę modeli pod kątem sztywności, wytrzymałości konstrukcji oraz symulacje procesów zachodzących w zaprojektowanym układzie.

Możliwe jest przenoszenie informacji z systemów CAD do systemów CAE.

Wiele programów typu CAD wyposażonych jest w moduły CAE pozwalających na przeprowadzanie mniej skomplikowanych obliczeń.





Wstęp do współczesnej inżynierii

Typy programów

CAP (Computer Aided Planning) – komputerowe wspomaganie planowania odnoszące się do:

- analizy asortymentu produkcji,
- analizy dostępności środków produkcji,
- rodzaju użytych środków produkcji,
- planowania przepływów materiałowych,
- analizy pracochłonności i zapotrzebowania na środki produkcji,
- analizy i planowania zapotrzebowania na pracowników,
- określania procedur w sytuacjach awaryjnych,
- określania wydajności w poszczególnych grupach asortymentowych,
- ustalania priorytetów produkcyjnych,
- ustalania ogólnych terminów realizacji zleceń produkcyjnych,
- analizy wskaźników ekonomicznych,
- symulacji systemów produkcyjnych.



Wstęp do współczesnej inżynierii

Typy programów

CAPP (Computer Aided Process Planning) – komputerowe wspomaganie projektowania procesów technologicznych.

Wspomaga projektowanie procesu wytwarzania i technicznego przygotowania produkcji (TPP), obejmuje m. in. określenie:

- materiału wejściowego,
- norm zapotrzebowania materiałowego,
- rodzaju obrabiarek,
- narzędzi,
- przebiegu procesu wytwarzania (planu procesu)





Wstęp do współczesnej inżynierii

Typy programów

PPC (Production Planning And Control) – projektowanie i sterowanie produkcją.

Obejmuje:

- opracowywanie zleceń produkcyjnych,
- planowanie obciążenia stanowisk pracy,
- planowanie zapotrzebowania materiałowego,
- planowanie terminów wykonania,
- planowanie kosztów,
- określanie zapotrzebowania zasobów produkcyjnych,
- sterowanie procesami transportu itp.

W ramach systemów PPC najbardziej rozwinęły się:

ERP – planowanie i zarządzanie finansami przedsiębiorstwa,

MRP I – systemy planowania zapotrzebowania materiałowego,

MRP II – planowanie zapotrzebowania na zasoby przedsiębiorstwa,

CAQ – komputerowe wspomaganie zarządzania jakością,

CAA – komputerowe wspomaganie montażu.



Wstęp do współczesnej inżynierii

Rodzaje produkcji:

- jednostkowa,
- małoseryjna,
- seryjna,
- wielkoseryjna,
- masowa.

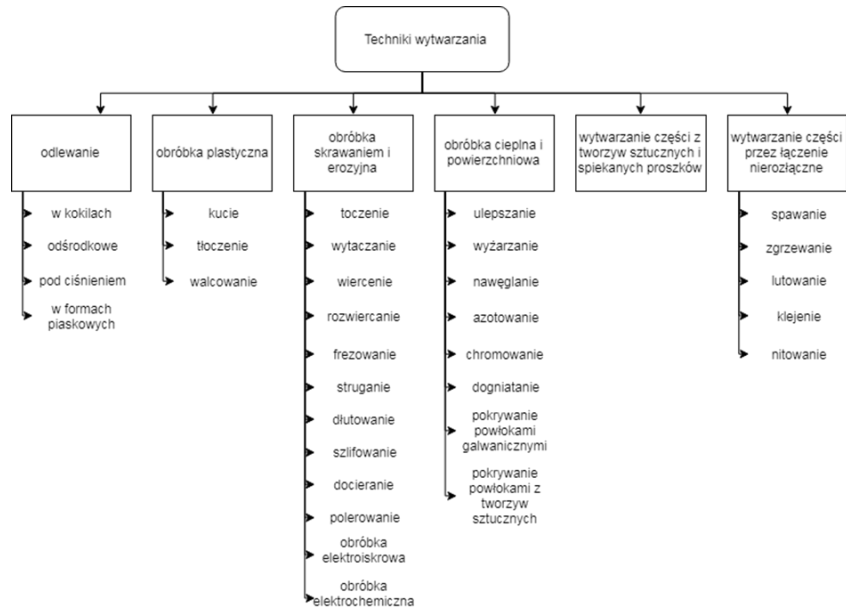
Orientacyjne wielkości różnych rodzajów produkcji

Rodzaj produkcji	Wielkość produkcji rocznej jednego typowymiaru		
	Wyroby		
	ciężkie	średnie	lekkie
Jednostkowa	do 5	do 10	do 50
Małoseryjna	5 ÷ 100	10 ÷ 200	100 ÷ 500
Seryjna	100 ÷ 300	200 ÷ 500	500 ÷ 5000
Wielkoseryjna	300 ÷ 1000	500 ÷ 5000	5000 ÷ 50 000
Masowa	> 1000	> 5000	> 50 000





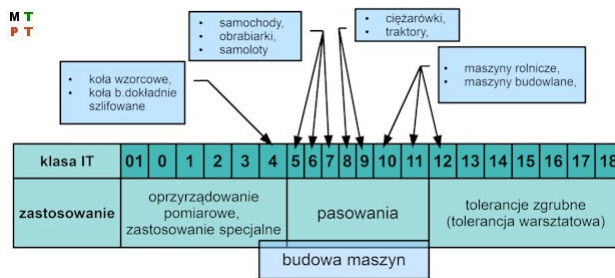
Wstęp do współczesnej inżynierii



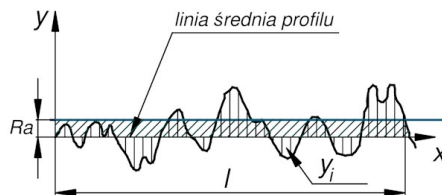
Uproszczony podział technik wytwarzania



Wstęp do współczesnej inżynierii



Klasy dokładności ISO (IT) i ogólne obszary ich zastosowań



Parametr Ra - stanowi średnie arytmetyczne odchylenie profilu chropowatości, czyli średnią arytmetyczną wartość bezwzględnych odchyleń profilu y od linii średniej m, w przedziale odcinka elementarnego l



Źródło: procestechnologiczny.com.pl



Wstęp do współczesnej inżynierii

Techniki wytv.:	Rodzaj obróbki:	klasa IT:	Ra:
szlifowanie wewnętrzne	wstępna	8-9	1,25-2,5
	wykańczająca	7-8	0,63-1,25
szlifowanie płaszczyn	jednostkowy zabieg	8-9	1,25-2,5
	wstępna	8-9	2,5
	wykańczająca	8	0,63-1,25
wiercenie i powiercanie	bardzo dokładna	7	0,63-0,32
	zewnętrzne	5-6	0,01-0,16
docieranie	otworów	6-7	0,01-0,16
	płaszczyzn	5-6	0,01-0,16
frezowanie frezem pałcowym	zgrubna	15	25
	kształtująca	7-12	1,6-6,3
frezowanie czolowe	wykańczająca	6	0,32
	zgrubna	11-14	10-20
struganie i dłutowanie	kształtująca	9-12	10-20
	wykańczająca	7-10	2,5-10
toczenie poprzeczne	zgrubna	12-14	20
	kształtująca	11-12	5-20
	wykańczająca	9-10	2,5-5
toczenie wzdłużne	zewnętrzna	6-10	0,08-0,32
	otworów	7-10	0,32-2,5
	płaszczyzn	8-10	1,25-5
nagiatanie (na zimno)	zgrubna	12-14	20
	kształtująca	11-12	5-10
	wykańczająca	9-10	2,5-5
wytaczanie	zgrubna	11-12	10-20
	kształtująca	9-10	5-10
	wykańczająca	6-9	0,63-2,5
szlifowanie zewnętrzne	jednostkowy zabieg	7	1,25-2,5
	wstępna	8-9	2,5
	wykańczająca	7	0,63-1,25
HSM/HSC	bardzo dokładna	6	0,32-0,63



Techniki wytv.:	Rodzaj obróbki:	klasa IT:	Ra:
szlifowanie wewnętrzne	wstępna	8-9	1,25-2,5
	wykańczająca	7-8	0,63-1,25
szlifowanie płaszczyn	jednostkowy zabieg	8-9	1,25-2,5
	wstępna	8-9	2,5
	wykańczająca	8	0,63-1,25
wiercenie i powiercanie	bardzo dokładna	7	0,63-0,32
	zewnętrzne	5-6	0,01-0,16
docieranie	otworów	6-7	0,01-0,16
	płaszczyzn	5-6	0,01-0,16
frezowanie frezem pałcowym	zgrubna	15	25
	kształtująca	7-12	1,6-6,3
frezowanie czolowe	wykańczająca	6	0,32
	zgrubna	11-14	10-20
struganie i dłutowanie	kształtująca	9-12	10-20
	wykańczająca	7-10	2,5-10
toczenie poprzeczne	zgrubna	12-14	20
	kształtująca	11-12	5-20
	wykańczająca	9-10	2,5-5
toczenie wzdłużne	zewnętrzna	6-10	0,08-0,32
	otworów	7-10	0,32-2,5
	płaszczyzn	8-10	1,25-5
nagiatanie (na zimno)	zgrubna (zwykła)		0,16-0,32
	wykańczająca		0,02-0,08
	honowanie	plaskie	7
HSM/HSC	okragle	6	0,05
	elektroiskrowa (EDM)	5-8	0,1-1,25
HSM/HSC		(4) 5-6	(0,1) 0,32-2,5

Źródło: procesotechnologiczny.com.pl



Wstęp do współczesnej inżynierii

odlewanie
▶ w kokilach
▶ odśrodkowe
▶ pod ciśnieniem
▶ w formach piaskowych

ODLEWNICTWO jest techniką wytwarzania wyrobów metalowych, zwanych odlewami polegającą na nadaniu im

- kształtów,
- wymiarów,
- struktury

za pomocą doprowadzenia metalu do stanu ciekłego i wypełnienia nim odpowiednio przygotowanej formy odlewniczej.



DOKUMENTACJA TECHNOLOGICZNA ODLEWU

Dzieli się na:

- **uproszczoną** – wykonywana dla produkcji jednostkowej i małoseryjnej
- **pełną** – wykonywana dla produkcji seryjnej i masowej

W skład dokumentacji technologicznej wchodzi:

- rysunek konstrukcyjny,
- rysunku modelu,
- rysunek surowego odlewu
- rysunku rdzennicy,
- rysunku płyty modelowej
- rysunku formy.

Z punktu widzenia mechanika konstruktora najważniejszy z dokumentacji odlewniczej jest rysunek surowego odlewu.





Wstęp do współczesnej inżynierii

obróbka plastyczna

- ▶ kucie
- ▶ tłoczenie
- ▶ walcowanie



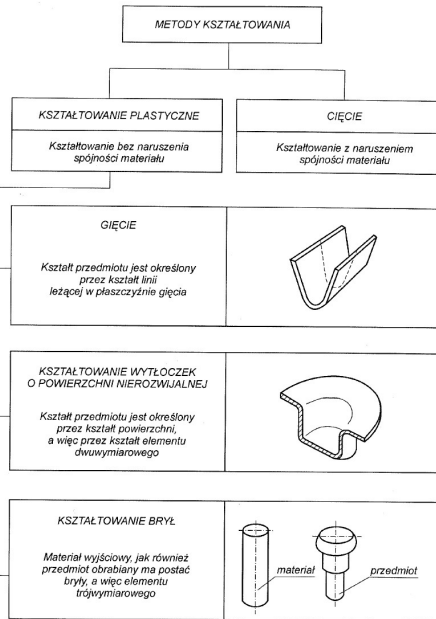
Źródło: Metalmix



Źródło: btc-maszyny.pl



Źródło: hydropress.pl



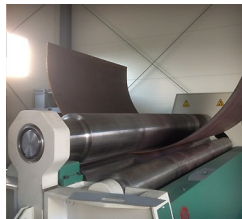
Wstęp do współczesnej inżynierii

obróbka plastyczna

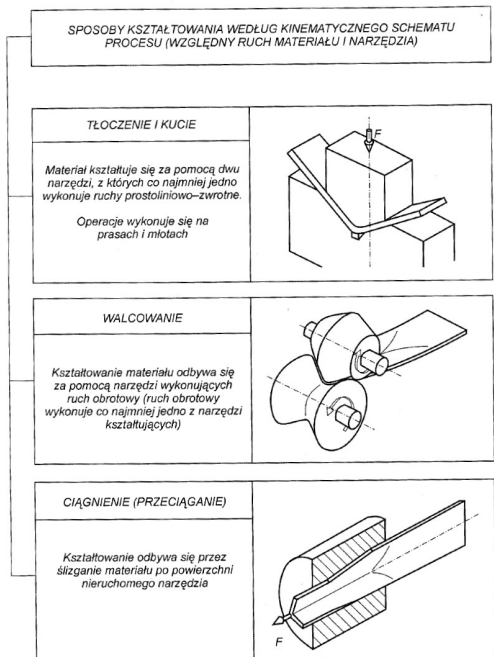
- ▶ kucie
- ▶ tłoczenie
- ▶ walcowanie



Źródło: inop.poznan.pl



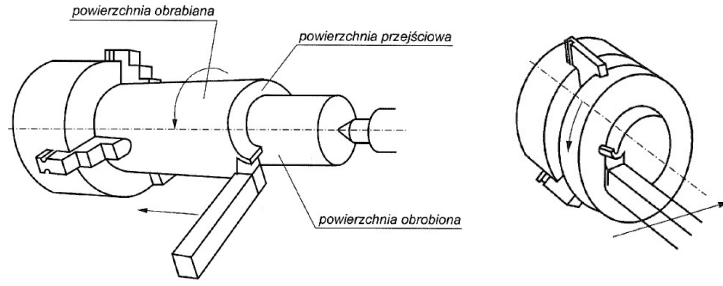
Źródło: giēciewalcowanie.pl





Wstęp do współczesnej inżynierii

- obróbka skrawaniem i erozyjna
- toczenie**
- wytaczanie
- wiercenie
- rozwiercanie
- frezowanie
- struganie
- dlutowanie
- szlifowanie
- docieranie
- polerowanie
- obróbka elektroiskrowa
- obróbka elektrochemiczna



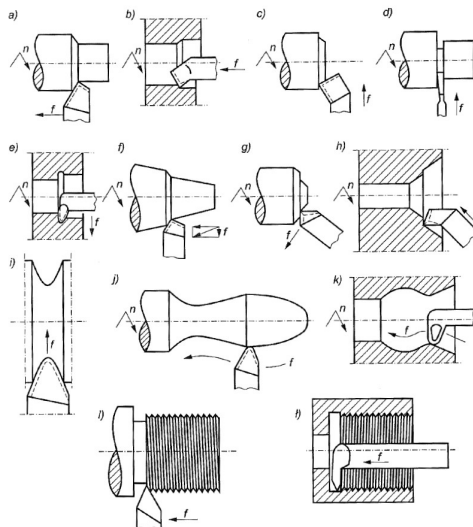
Toczenie powierzchni walcowej

Toczenie powierzchni czołowej



Wstęp do współczesnej inżynierii

- obróbka skrawaniem i erozyjna
- toczenie**
- wytaczanie
- wiercenie
- rozwiercanie
- frezowanie
- struganie
- dlutowanie
- szlifowanie
- docieranie
- polerowanie
- obróbka elektroiskrowa
- obróbka elektrochemiczna



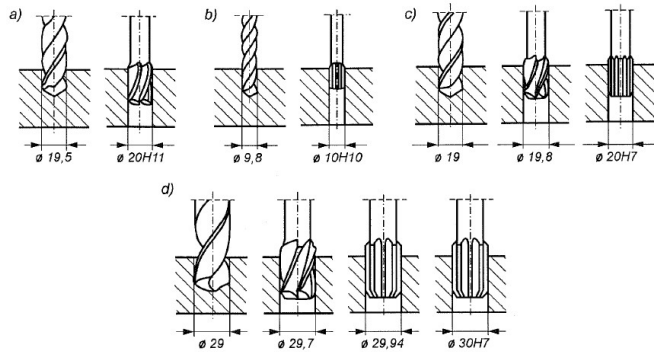
Typowe rodzaje robót tokarskich: a) toczenie zewnętrznych powierzchni walcowych, b) wytaczanie otworów za pomocą noża suportowego, c) toczenie poprzeczne (czołowe), d) przecinanie, e) toczenie wewnętrzne rowków obwodowych, f) toczenie stożków zewnętrznych przez skojarzenie posuwu poprzecznego i wzdłużnego, g) toczenie stożków zewnętrznych przy skreślonych saniach narzędziowych, h) analogiczne toczenie stożków wewnętrznych, i) toczenie wstępne nożem kształtowym, j) toczenie kształtowe zewnętrzne, k) toczenie kształtowe wewnętrzne, l) toczenie gwintów zewnętrznym, f) toczenie gwintów wewnętrznych





Wstęp do współczesnej inżynierii

- obróbka skrawaniem i erozyjna
- toczenie
- wytaczanie
- wiercenie
- rozwiercanie
- frezowanie
- struganie
- dlutowanie
- szlifowanie
- docieranie
- polerowanie
- obróbka elektroiskrowa
- obróbka elektrochemiczna



Przykłady kolejnych zabiegów przy rozwiercaniu otworów walcowych

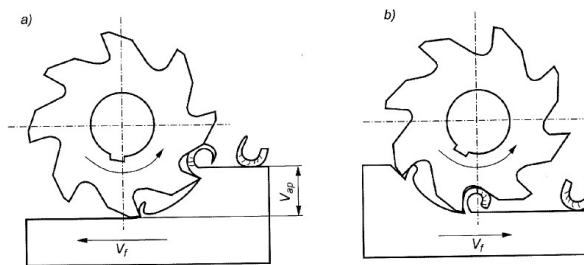
Liczba wierceń w zależności od średnicy otworu

D – średnica otworu	$D \leq 25$	$25 \leq D \leq 55$	$D \geq 55$
Liczba wierceń	1	2	3

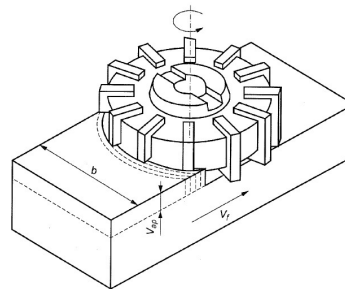


Wstęp do współczesnej inżynierii

- obróbka skrawaniem i erozyjna
- toczenie
- wytaczanie
- wiercenie
- rozwiercanie
- frezowanie
- struganie
- dlutowanie
- szlifowanie
- docieranie
- polerowanie
- obróbka elektroiskrowa
- obróbka elektrochemiczna



Metody frezowania obwodowego: a) przeciwbieżne, b) współbieżne



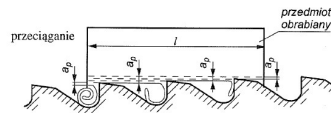
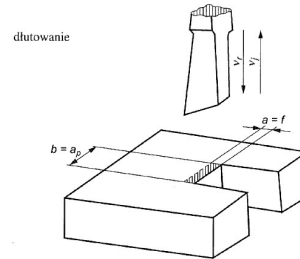
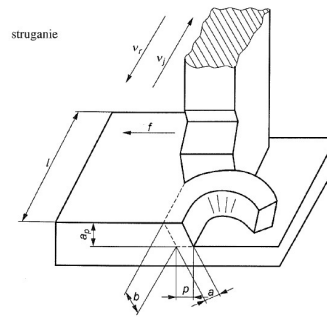
Obróbka skrawaniem i erozyjna

Frezowanie czołowe



Wstęp do współczesnej inżynierii

- obróbka skrawaniem i erozyjna
- toczenie
- wytaczanie
- wiercenie
- rozwiercanie
- frezowanie
- struganie**
- dlutowanie
- szlifowanie
- docieranie
- polerowanie
- obróbka elektroiskrowa
- obróbka elektrochemiczna

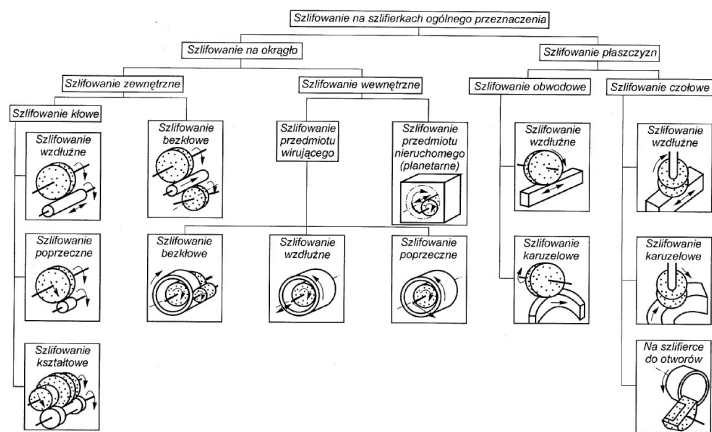


Obróbka skrawaniem i erozyjna



Wstęp do współczesnej inżynierii

- obróbka skrawaniem i erozyjna
- toczenie
- wytaczanie
- wiercenie
- rozwiercanie
- frezowanie
- struganie
- dlutowanie
- szlifowanie**
- docieranie
- polerowanie
- obróbka elektroiskrowa
- obróbka elektrochemiczna



Podstawowe metody szlifowania

Obróbka skrawaniem i erozyjna





Wstęp do współczesnej inżynierii

Porównanie obrabiarki konwencjonalnej i CNC

Obrabiarki konwencjonalne	Obrabiarki CNC
Dane wejściowe	
Operator sam korzystając z rysunku technicznego ustawia maszynę podczas pracy, zmienia narzędzia i przedmiot obrabiany. „Danymi wejściowymi” są dłonie operatora.	Dane wejściowe, czyli programy sterujące wprowadzane są do obrabiarki poprzez porty zewnętrzne np. USB. Mogą to być również dyskietki, klawiatura. Programy zapisywane są w pamięci obrabiarki, co umożliwia późniejszą szybkość jego zmianę poprzez wybór innej instrukcji.
Sterowanie	
Pracownik ustawia parametry ręcznie i nadzoruje pracę maszyny osobiście. Do sterowania służą pokrętła, przyciski, czy dźwignie.	Sterowanie odbywa się przy pomocy układu sterowania CNC. Mikrokomputer realizuje wprowadzony wcześniej program sterując maszyną.



Wstęp do współczesnej inżynierii

Pomysł numerycznego sterowania obrabiarek powstał w latach 1949-1950 r. w Massachusetts Institute of Technology na potrzeby lotnictwa wojskowego Stanów Zjednoczonych.

Na podstawie funkcji matematycznych opisujących kształt przedmiotu opracowano sterowanie przetwarzające sformułowane binarnie i impulsowo wartości wejściowe połączeń oraz schematów na ruch elementów frezarki.

Ciąg informacji sterowniczych w postaci liter i liczb oznaczeniowych nazwano programem NC (z ang. Numerical Control).

W latach siedemdziesiątych, dzięki szybkiemu rozwojowi mikrokomputerów na bazie układów sterowania NC powstały skomputeryzowane układy sterowania CNC (z ang. Computer Numerical Control).



Źródło: cnc.pl



Wstęp do współczesnej inżynierii

Współcześnie stosowane są głównie obrabiarki CNC, w których ze względu na stopień zaawansowanej automatyzacji i złożoność procesu wytwarzania wyróżnia się:

- obrabiarki sterowane numerycznie,
- centra obróbkowe,
- autonomiczne stacje obróbkowe

W ogólnym ujęciu obrabiarki CNC można podzielić na dwie grupy:

- do obróbki korpusów,
- do obróbki części obrotowych typu wałek, tarcza, tuleja.

Ze względu na położenie osi wrzeciona wyróżnia się obrabiarki:

- o osi pionowej wrzeciona,
- o osi poziomej wrzeciona.

Podział ze względu na określone przeznaczenie produkcyjne obejmuje (dotyczy centrów obróbkowych):

- centra frezarskie,
- centra frezarsko – wiertarskie,
- centra frezarsko – wytaczarskie,
- centra wiertarsko – wytaczarskie,
- centra tokarskie,
- centra szlifierskie.

Wymienione powyżej maszyny mogą być budowane w różnych układach kinematycznych, z różną liczbą osi sterowanych prostoliniowo i obrotowo.



Źródło: roboforum.pl



Wstęp do współczesnej inżynierii

obróbka cieplna i powierzchniowa

- ulepszenie
- wyżarzanie
- nawęglanie
- azotowanie
- chromowanie
- dogniatanie
- pokrywanie powłokami galwanicznymi
- pokrywanie powłokami z tworzyw sztucznych

Obróbka cieplna i powierzchniowa

Procesy, które składają się na wytwarzanie części tym sposobem, mają na celu zmianę struktury materiału obrabianego metalu, na bardziej pożądaną tak, aby poprawiły się jego własności mechaniczne, chemiczne, czy fizyczne.

Obróbka cieplna, jest najczęściej jednym z ostatnich etapów wytwarzania danego elementu np. po odlaniu i obróbce skrawaniem.

Dzięki takim procesom jak hartowanie, wyżarzanie, nawęglanie, pokrywanie powłokami zewnętrznymi możemy nadać materiałowi cechy: wzrostu twardości, udarności, zmniejszenie naprężeń własnych, odporność na: ścieranie, pękanie, korozję.

Procesy obróbki cieplnej odbywają się poprzez nagrzanie elementu do odpowiedniej temperatury, wytrzymanie w tej temperaturze przez odpowiedni czas, oraz schłodzenie materiału w odpowiedni sposób.

Powłoki zewnętrzne nakłada się natomiast różnymi metodami: elektrolityczną, chemiczną, lub ogniową.

