



**POLYTECHNICA
STETINENSIS**

**HONORIS CAUSA
DOCTORIS**

**Vieslavum
OLSZAK**

22677

M



POLYTECHNICA STETINENSIS

HONORIS CAUSA DOCTORIS

Vieslavum OLSZAK

Stetinae 1996

D-1386

621.01



Politechnika Szczecińska

Biblioteka Główna
Politechniki Szczecińskiej

M. 22677



007-022677-00-0

22677

M

HONORIS CAUSA DOCTORIS

Wiesław OLSZAK

Stettin 1996

5.10/07

Słowo wstępne

Profesor Wiesław Olszak jest człowiekiem o wielkich zasługach dla naszej Politechniki, miasta i regionu. Jako nestor Wydziału Mechanicznego Politechniki obchodził niedawno Jubileusz 70-lecia urodzin i 45-lecia pracy naukowo-dydaktycznej. Z tego 44 lata swojego życia poświęcił niezwykle intensywniej działalności w naszej uczelni.

Prof. Olszak pełnił wiele odpowiedzialnych funkcji w naszej Uczelni. Między innymi od 1962 kierował Zakładem Obróbki Skrawaniem, w latach 1969-72 był dziekanem Wydziału Budowy Maszyn i Okrętów, a latach 1972-75 sprawował funkcję prorektora ds. nauki i współpracy z gospodarką narodową. W latach 1981-95 był dyrektorem Instytutu Technologii Mechanicznej. Przez kilka dziesiątków lat był aktywnym członkiem organów kolegialnych uczelni i rozlicznych komisji.

Praca naukowo-badawcza Prof. Olszaka skupiała się głównie na teoretycznych i praktycznych problemach obróbki skrawaniem, metrologii i technologii maszyn. Twórczo, z wielką pasją i dociekliwością zajmował się metodami obróbki gwintów, badaniem procesu kształtowania powierzchni przy frezowaniu, wybranymi zagadnieniami metrologii warsztatowej, dynamiką obróbki skrawaniem i obrabiarek. W swej działalności naukowo-badawczej preferował kierunki przynoszące korzyści praktyczne, odpowiadające potrzebom przemysłu, z którym aktywnie współpracował.

Jako dydaktyk Prof. Olszak przekazywał na wysokim poziomie merytorycznym nowoczesną wiedzę, ukierunkowaną na zagadnienia praktyki inżynierskiej. Zawsze reprezentował wzorową postawę nauczyciela akademickiego i wychowawcy. Profesor jest nauczycielem i wychowawcą wielu pokoleń inżynierów mechaników, którzy zasilili polski przemysł i instytucje naukowo-badawcze zajmując również ważne stanowiska w administracji państwowej i samorządowej. Z uwagą i troską zajmował się rozwojem kadry naukowej, promując wielu doktorów i rozrzucając opiekę nad kilkoma habilitantami. Profesor umiał stworzyć dobry klimat pracy naukowej młodszym kolegom, służąc im zawsze swą rozległą wiedzą i radą.

Znaczące i różnorodne są dokonania organizacyjne Prof. Olszaka. Świadectwem Jego aktywności organizatorskiej jest wielość funkcji sprawowanych w uczelni, a także uczestnictwo w pracach wielu instytucji naukowych i stowarzyszeń technicznych. Jego główną

zasługą jest stworzenie i długoletnie kierowanie Instytutem Technologii Mechanicznej - dużą i silną jednostką organizacyjną Politechniki Szczecińskiej. Dzięki wysiłkom Profesora, najpierw jako pomysłodawcy i inicjatora, a później jako seniora budowy, powstała hala technologiczna Wydziału Mechanicznego. Obiekt ten zapewnił zdecydowaną poprawę warunków prowadzenia dydaktyki i badań naukowych na Wydziale.

Budząca szacunek postać, kreatywna działalność i wybitne osiągnięcia naukowe, dydaktyczne oraz organizacyjne Profesora Olszaka są powszechnie znane w jego rodzimym Instytucie, na Wydziale Mechanicznym, w Politechnice Szczecińskiej, a także w wielu krajowych ośrodkach akademickich, instytucjach naukowych i środowiskach inżynierskich.

Biorąc powyższe pod uwagę, Senat Akademicki Politechniki Szczecińskiej przy jednoczesnym poparciu Senatów: Politechniki Gdańskiej, Politechniki Poznańskiej i Politechniki Śląskiej podjął uchwałę o nadaniu Prof. Wiesławowi Olszakowi tytułu doktora honoris causa. Tytułem tym honorujemy zasłużonego pracownika naukowego i człowieka wielkiego formatu.

Prof. dr hab. inż. Stefan Berczyński

Rektor Politechniki Szczecińskiej

Promotor prof. dr hab. inż. Karol Grudziński

Laudatio

poświęcone Panu prof. dr inż. Wiesławowi OLSZAKOWI

Magnificencjo Rektorze!
Wysoki Senacie!
Szanowny Doktorze Honorowy!
Szanowni Goście!

Przypadł mi w udziale zaszczyt przedstawienia sylwetki oraz dokonań i zasług Profesora Wiesława Olszaka, wybitnego specjalisty w dziedzinie technologii mechanicznej, zasłużonego nauczyciela i wychowawcy kadry inżynierskiej i naukowej, organizatora i wieloletniego dyrektora Instytutu Technologii Mechanicznej, ofiarnego działacza na rzecz rozwoju Politechniki Szczecińskiej i środowiska naukowo-technicznego Pomorza Zachodniego.

Działalność naukowa prof. W. Olszaka koncentrowała się na zagadnieniach technologii maszyn i powiązana była ściśle z praktyką inżynierską. W szczególności zaś dotyczyła ona procesu frezowania oraz technologii gwintów.

W dziedzinie frezowania obwodowego, prace wykonane w latach 60 wykazały istotny wpływ geometrycznych i kinematycznych błędów układu technologicznego na warunki pracy freza oraz na kształtowanie mikro- i makrogeometrii powierzchni. Analityczne i doświadczalne badania sił frezowania oraz sztywności układu umożliwiły sformułowanie zaleceń racjonalizacji konstrukcji narzędzi, oprzyrządowania, a także pewnych elementów i zespołów obrabiarki.

Duże znaczenie dla dalszej działalności i rozwoju podległych pracowników oraz kierowanych przez prof. W. Olszaka jednostek organizacyjnych, przekształconych później (w 1981 roku) w Instytut Technologii Mechanicznej, miały prace naukowo-badawcze dotyczące dynamiki procesu frezowania. Istotną nowością w tych pracach było zastosowanie metod cybernetyki technicznej. W układzie OUPN, traktowanym jako układ automatycznej regulacji, uwzględniono sprzężenia między procesem skrawania a obrabiarką, modelowaną jako układ masowo-sprężysto-tłumiący. Podjęto prace dotyczące drgań samowzbudnych przy frezowaniu. Badania analityczne, poparte doświadczeniem, wykazały istotny wpływ regeneracji

ślądu na utratę stabilności układu; wyjaśniły pozytywną rolę nierównomiernej podziałki ostrzy i wskazały na celowość stosowania bezstopniowych napędów głównych frezarek. Następstwem tych prac była nowelizacja norm frezów (dopuszczono stosowanie nierównomiernej podziałki ostrzy) oraz budowa najpierw prototypu (w Politechnice Szczecińskiej), a następnie produkcji seryjnej (w Jarocińskiej Fabryce Obrabiarek) frezarki FWD-32B, pierwszej w Polsce frezarki z bezstopniowym napędem.

Prace dotyczące dynamiki frezowania były początkiem szerokiego programu prac, poświęconych dynamice obróbki skrawaniem i obrabiarek, realizowanego do dziś przez liczny już zespół kilku pokoleń wychowanków prof. W. Olszaka. Cechą charakterystyczną pracy tego zespołu jest to, że wnioski wynikające z badań mają na ogół wartości zarówno poznawcze jak i aplikacyjne. Dowodem na to jest m.in. fakt, że modyfikacja konstrukcji frezarki FWH-50-NC, dokonana w wyniku badań i analiz Instytutu Technologii Mechanicznej Politechniki Szczecińskiej, podniosła znacznie jej odporność na drgania samowzbudne, co dało Jarocińskiej Fabryce Obrabiarek Złoty Medal na Międzynarodowych Targach Poznańskich w 1983 roku.

Drugą dziedziną zainteresowań naukowych prof. W. Olszaka jest technologia gwintów, a w szczególności plastyczna obróbka gwintów na obrabiarkach skrawających. Przez około 30 lat kilkusobowy zespół, kierowany przez prof. W. Olszaka, opracował wiele konstrukcji narzędzi i urządzeń walcujących gwinty zewnętrzne i wewnętrzne, w szerokim zakresie średnic i skoków, o różnych zarysach, do zastosowania na różnych obrabiarkach. Opracowane w Politechnice Szczecińskiej metody i narzędzia zostały wdrożone w ponad 50 zakładach przemysłowych w kraju, a seryjna produkcja kilku typowymiarów głowic uruchomiona została w Fabryce Narzędzi RAWA-VIS w Rawie Mazowieckiej w 1986 roku.

Konstrukcje powstające w zespole prof. W. Olszaka są wynikiem wielu oryginalnych badań. Opracowano metodę badania sił i momentów działających na pojedyncze pierścienie i zwoje rolek; opracowano metodę i programy projektowania rolek o równomiernym obciążeniu elementów walcujących, a zatem o możliwie dużej żywotności. Konstrukcje narzędzi oraz urządzeń badawczych i pomiarowych są przedmiotem ponad 30 patentów powstałych w Instytucie Technologii Mechanicznej PS. Prace w tej dziedzinie zostały wyróżnione w 1989 roku zespołową nagrodą I stopnia Przewodniczącego Komitetu ds. Nauki i Postępu Technicznego przy Radzie Ministrów.

Profesor W. Olszak jest autorem lub współautorem ponad 60 publikacji naukowych oraz 17 patentów, w większości zastosowanych w praktyce. Ogromną jego zasługą dla Instytutu Technologii Mechanicznej i całego Wydziału Mechanicznego było stworzenie podstaw i warunków do dynamicznego rozwoju kadry naukowej i dydaktycznej. Prof. Olszak promował 6 doktorów nauk technicznych; dwaj z nich uzyskali stopnie doktora habilitowanego, jeden jest profesorem nadzwyczajnym Politechniki Szczecińskiej. Warto podkreślić, że znaczący udział prof. Olszaka w kształceniu kadry naukowej polegał na tworzeniu warunków do wykonywania prac dysertacyjnych i opieki nad ich przebiegiem, również wówczas, gdy nie był ich promotorem czy bezpośrednim opiekunem. Była to jego polityka jako zwierzchnika jednostki, którą kierował. Od 1964 do 1995 roku w Zakładzie a później Instytucie, którym kierował, stopień doktora uzyskało 28 osób, stopień doktora habilitowanego 10 osób, tytuł naukowy profesora nadzwyczajnego 2 osoby (poza prof. W. Olszakiem), tytuł naukowy profesora zwyczajnego 1 osoba, stanowisko profesora nadzwyczajnego 3 osoby. Profesor recenzował 27 prac doktorskich, 8 prac habilitacyjnych; opiniował 8 wniosków o nadanie tytułu profesora, oraz 10 wniosków o powołanie na stanowisko docenta. Opinie te opracował dla 11 wyższych uczelni technicznych, co świadczy o dużym autorytecie i uznaniu prof. Olszaka w wielu ośrodkach naukowych naszego kraju.

Również bogata i owocna była praca dydaktyczna prof. W. Olszaka. Prowadził wykłady, ćwiczenia, prace przejściowe i dyplomowe z obróbki skrawaniem, narzędzi, metrologii i kontroli technicznej, analizy zmienności części, technologii budowy maszyn, konstrukcji przyrządów i uchwytów obróbkowych. To - w zasadzie niepożądane - rozproszenie tematyczne miało tę zaletę, że zmuszało do ogarnięcia szerokiego zakresu zagadnień i ułatwiało działalność integrującą i koordynującą. W miarę rozwoju kadry Instytutu, prof. W. Olszak ograniczał zakres zajęć prowadzonych bezpośrednio, pozostając przy obróbce skrawaniem i narzędziach.

W działalności dydaktycznej prof. W. Olszak dbał o utrzymanie właściwych proporcji między wiedzą podstawową i stosowaną, doceniając znaczenie nauk podstawowych w kształceniu mechaników - technologów. Ciągłą troską prof. W. Olszaka było to, by służące dydaktyce laboratoria były nowoczesne i stwarzały możliwość bezpośredniego kontaktu studenta ze współczesną techniką.

Prof. W. Olszak w latach 1971-79 był członkiem Zespołu Dydaktycznego "Mechanika" Ministerstwa Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki; aktywnie uczestniczył w pracach nad reformą i modernizacją programów nauczania na wydziałach mechanicznych wyższych uczelni technicznych w Polsce.

Szczególnie dużo miejsca w działalności prof. Olszaka zajmują prace organizacyjne w Politechnice Szczecińskiej i wykraczające daleko poza naszą Uczelnię. W latach 1964-70 kierował Zakładem i Katedrą Obróbki Skrawaniem. W latach 1970-81 był kierownikiem Zakładu Obrabiarek, Obróbki Skrawaniem i Technologii Budowy Maszyn. W 1981 roku organizował Instytut Technologii Mechanicznej, którym kierował do 1995 roku. Instytut ten rozwijał się bardzo dynamicznie; ma dzisiaj 4 zakłady naukowo-dydaktyczne i 3 pracownie ogólnoinstytutowe. Zaslugą prof. W. Olszaka jest stworzenie silnego zespołu, w którym pracuje dziś łącznie 60 pracowników, w tym 3 profesorów tytularnych, 4 uczelnianych profesorów nadzwyczajnych, 3 doktorów habilitowanych, 14 doktorów. Dobrze wyposażone laboratoria Instytutu umożliwiają pracę dydaktyczną i badawczą w takich zagadnieniach jak: obróbka skrawaniem, narzędzia, obrabiarki, automatyzacja i robotyzacja produkcji, metrologia, dynamika maszyn, a także komputerowe wspomaganie projektowania. Na podkreślenie zasługuje to, że dzięki wysiłkom prof. W. Olszaka, w bardzo trudnych latach 1988-95, wybudowana została nowa hala technologiczna Wydziału Mechanicznego, w której znalazły się laboratoria Instytutu Technologii Mechanicznej, Instytutu Inżynierii Materiałowej oraz Katedry Mechaniki i Podstaw Konstrukcji Maszyn. Warto dodać, że budowę hali rozpoczęto środkami uzyskanymi z przemysłu (w tym także pożyczki spłaconej efektami wdrożeń); następne środki to dotacje Urzędu Postępu Naukowo-Technicznego i Wdrożeń, Komitetu Badań Naukowych, a w końcowej fazie dotacje Ministerstwa Edukacji Narodowej.

W latach 1969-72 prof. Olszak pełnił funkcję dziekana wydziału. W tym okresie Wydział Budowy Maszyn przekształcił się w Wydział Budowy Maszyn i Okrętów i uzyskał uprawnienia do nadawania stopnia doktora nauk technicznych.

W latach 1972-75 prof. Olszak pełnił funkcję prorektora ds. nauki i współpracy z gospodarką narodową i był pierwszym zastępcą Rektora Politechniki Szczecińskiej. Koncentrował się na zagadnieniach rozwoju kadry, intensyfikacji współpracy z gospodarką, poszerzenia współpracy z zagranicą.

W latach późniejszych prof. Olszak brał udział w pracach Senatu Politechniki Szczecińskiej jako delegat Rady Wydziału Mechanicznego. Uczestniczył w pracach kilku komisji senackich jako ich członek lub przewodniczący.

Prof. Olszak uczestniczył i nadal uczestniczy w pracach wielu organizacji i gremiów naukowych o zasięgu krajowym. Od 1963 roku jest członkiem Polskiego Towarzystwa Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej, od 1968 roku uczestniczył w pracach Sekcji Podstaw Technologii Maszyn Komitetu Budowy Maszyn PAN; w latach 1981-90 i 1993-96 był z wyboru członkiem Komitetu Budowy Maszyn PAN i ponownie został wybrany na kadencję 1996-99; w latach 1971-79 pracował w Zespołach Dydaktycznych "Mechanika" i "Techniki Wytwarzania", działających przy Radzie Głównej, a później przy Ministerstwie Szkolnictwa Wyższego; w latach 1977-82 był członkiem Rady Głównej Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki, działając w jej Sekcji Technicznej oraz w Komisji Badań Naukowych; od 1974 r. jest członkiem Komisji Technologii Maszyn Oddziału PAN w Poznaniu; w latach 1993-94 uczestniczył w pracach Sekcji Technologii Maszyn i Automatyzacji Produkcji w Komitecie Badań Naukowych.

Prof. Olszak był w latach 1972-91 członkiem Rady Naukowej Instytutu Obróbki Skrawaniem w Krakowie, uczestniczył w pracach Rady Naukowo-Technicznej Centrum Badawczo-Konstrukcyjnego Obrabiarek w Pruszkowie (1972-82), Ośrodka Badawczo-Rozwojowego KOPROTECH w Warszawie (1986-91) oraz OBR SELATOM w Szczecinie (1986-91). W latach 1986-90 był członkiem Zespołu Koordynacyjnego CPBR-7.5 "Elastyczne Systemy Produkcyjne".

Prof. Olszak od 1969 roku jest członkiem Szczecińskiego Towarzystwa Naukowego. Działał w Stowarzyszeniu Inżynierów i Techników Mechaników Polskich jako przewodniczący Sekcji Obrabiarek i Narzędzi oraz jako przewodniczący Wojewódzkiego Zespołu Kwalifikacyjnego ds. Specjalizacji Zawodowej Inżynierów, brał udział w pracach różnych komisji i zespołów powoływanych przez władze wojewódzkie w sprawach związanych z nauką i gospodarką.

Za działalność naukowo-techniczną i organizacyjną prof. Olszak uzyskał wiele nagród i odznaczeń państwowych, resortowych, regionalnych, stowarzyszeniowych i innych. Z ważniejszych odznaczeń wymienić należy: Krzyż Oficerski (1986) i Krzyż Kawalerski (1972) Orderu Odrodzenia Polski; Złoty (1966) i Srebrny (1956) Krzyż Zasługi, Medal Komisji

Edukacji Narodowej; Medal Pamiątkowy "Za Zasługi dla Rozwoju Nauki na Pomorzu Zachodnim" (1971), Medal "Za Zasługi dla Politechniki Szczecińskiej (1986).

W uznaniu wybitnych zasług prof. Wiesława Olszaka dla Politechniki Szczecińskiej i dla Pomorza Zachodniego w zakresie rozwoju i pogłębiania nauk technicznych, a w szczególności za całokształt prac badawczych w dziedzinie technologii mechanicznej oraz wkład w rozwój kadr naukowych Wydziału Mechanicznego, Senat Politechniki Szczecińskiej przy poparciu Senatów Politechniki Gdańskiej, Politechniki Poznańskiej i Politechniki Śląskiej podjął w dniu 24 czerwca 1996 roku uchwałę o nadaniu profesorowi Wiesławowi OLSZAKOWI godności

Doktora honoris causa Politechniki Szczecińskiej

Fakt ten został udokumentowany dyplomem następującej treści :



**W IMIENIU RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ
MY**

REKTOR I SENAT POLITECHNIKI SZCZECIŃSKIEJ

ORAZ PROMOTOR PRAWNIE USTANOWIONY

ZA WSPÓLNĄ ZGODĄ SENATÓW

POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ W GLIWICACH

POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ W GDAŃSKU

POLITECHNIKI POZNAŃSKIEJ W POZNANIU

NADALIŚMY

PROFESOROWI DOKTOROWI INŻYNIEROWI

WIESŁAWOWI OLSZAKOWI

wybitnemu uczonemu w dziedzinie technologii mechanicznej, organizatorowi a następnie wieloletniemu Dyrektorowi Instytutu Technologii Mechanicznej Politechniki Szczecińskiej, Prorektorowi ds. Nauki i Współpracy z Gospodarką Narodową, Dziekanowi Wydziału Budowy Maszyn i Okrętów, członkowi Komitetu Budowy Maszyn Polskiej Akademii Nauk oraz wielu towarzystw naukowych

w uznaniu

Jego wybitnych zasług dla Politechniki Szczecińskiej i dla Pomorza Zachodniego w zakresie rozwoju i pogłębiania nauk technicznych, a w szczególności za całokształt prac badawczych w obszarze technologii mechanicznej oraz wkład w rozwój kadr naukowych Wydziału Mechanicznego

ZASZCZYTNY TYTUŁ

DOKTORA HONORIS CAUSA

ORAZ PRAWA I PRZYWILEJE Z NIM ZWIĄZANE

**I W DOWÓD WIARYGODNOŚCI TEGO WYDARZENIA NINIEJSZY DYPLOM,
OPATRONY W PIECZĘĆ POLITECHNIKI SZCZECIŃSKIEJ WYSTAWILIŚMY**

SZCZECIN, DNIA 21 PAŹDZIERNIKA 1996 ROKU

REKTOR

STEFAN BERCZYŃSKI

DZIEKAN

MIECZYŚLAW WYSIECKI

PROMOTOR

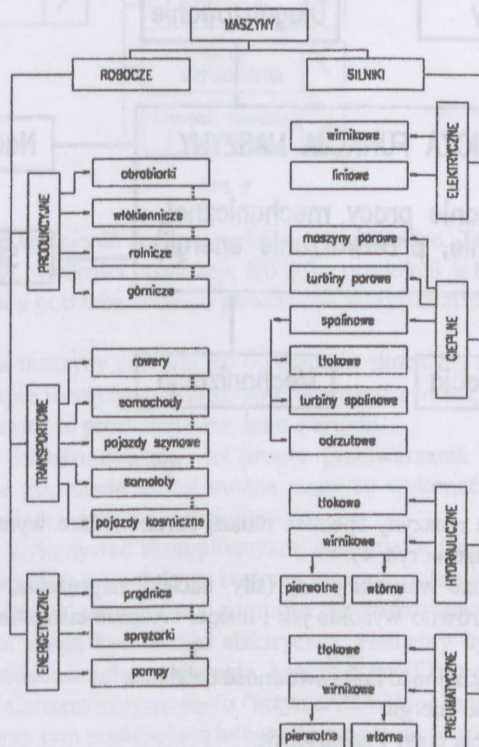
KAROL GRUDZIŃSKI

TECHNOLOGIA MASZYN - OBSZAR PRZENIKANIA SIĘ RÓŻNYCH DZIEDZIN NAUKI I TECHNIKI

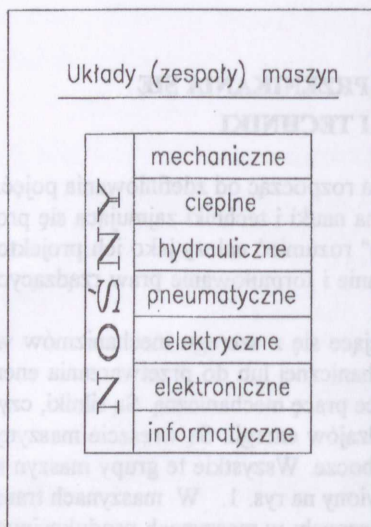
Rozważania na temat technologii maszyn wypada rozpocząć od zdefiniowania pojęć.

Czym jest technologia maszyn? Jest to dziedzina nauki i techniki zajmująca się procesami i środkami wytwarzania maszyn. "Zajmowanie się" rozumieć należy jako ich projektowanie, badanie i wdrażanie; a badania, to także wykrywanie i formułowanie praw rządzących wytwarzaniem maszyn, a służących do jego optymalizacji.

Czym jest maszyna? Jest to urządzenie składające się z szeregu mechanizmów we wspólnym kadłubie, służące do wykonywania pracy mechanicznej lub do przetwarzania energii. Są maszyny robocze - pobierające energię i wykonujące pracę mechaniczną. Są silniki, czyli maszyny wytwarzające energię mechaniczną z innych rodzajów energii. Są wreszcie maszyny, w których strukturze są zarówno silniki jak i maszyny robocze. Wszystkie te grupy maszyn są dziś bardzo rozbudowane, co obrazuje schemat przedstawiony na rys. 1. W maszynach transportowych - od roweru do samolotów i pojazdów kosmicznych; w maszynach produkcyjnych od młynka do kawy po centra obróbcze; w silnikach - od wiatraka do silników turbodoładowych, aby przytoczyć tylko parę przykładów.

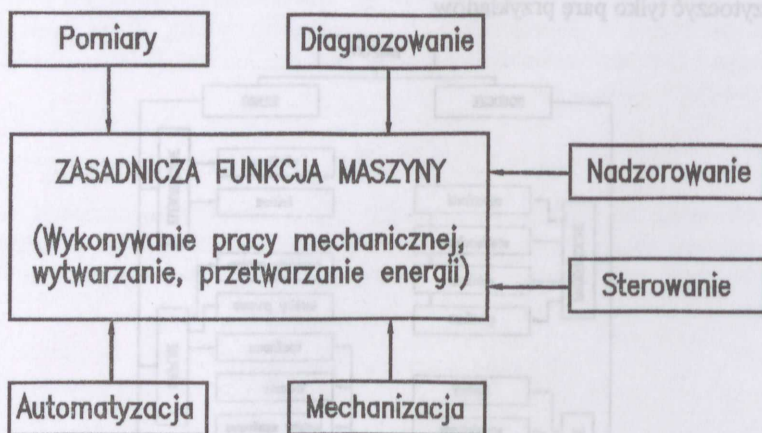


Rys. 1



Rys. 2

Współczesne maszyny - to często złożone systemy, łączące w sobie układy mechaniczne, ciepłne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne, elektroniczne i informatyczne (schemat na rys. 2.). Znamienneą cechą współczesnych maszyn jest to, że maleje w nich udział zespołów mechanicznych, rośnie natomiast udział układów pracujących na innych zasadach fizycznych. Drugą znamienneą cechą jest to, że obok zespołów realizujących podstawowe funkcje maszyny (wykonywania pracy mechanicznej, wytwarzania lub przetwarzania energii) istnieją - i coraz większą rolę odgrywają - układy spełniające funkcje pomocnicze, jak pomiary, nadzorowanie, diagnostyka, sterowanie, automatyzacja (schemat na rys. 3).



Rys. 3

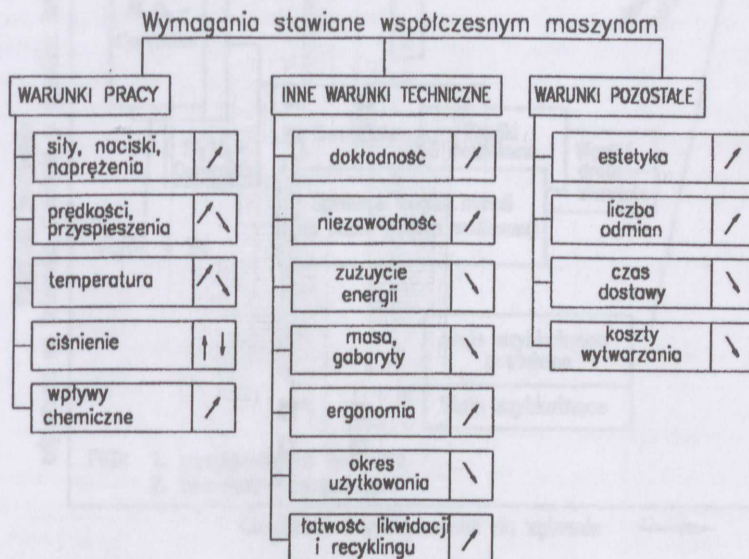
Współczesne maszyny spełniać muszą coraz wyższe wymagania stawiane przez ich użytkowników (schemat na rys. 4):

- coraz cięższe warunki pracy (siły, naciski, naprężenia, prędkości, przyspieszenia, moce, temperatury zarówno wysokie jak i niskie, wysokie ciśnienie, wysoka próżnia, wpływy chemiczne i inne);
- wysoka dokładność i niezawodność działania;
- oszczędność energii;
- minimalizacja masy i gabarytów;
- ergonomia i estetyka;
- łatwość likwidacji zużytego obiektu i recyklingu materiałów;

- konkurencyjność, która jest wypadkową cech użytkowych i ceny.

A czego wymaga się od technologii? Najkrócej można określić to następująco:

- niskiego kosztu;
- krótkiego czasu realizacji pełnego cyklu produkcji;
- określonej (zwykle wysokiej) wydajności;
- spełniania warunków pracy higienicznej i bezpiecznej;
- braku szkodliwości dla otoczenia.



Rys. 4

Rzecz w tym, że spełnienie tych warunków nie jest łatwe. Technologia wyrobu jest zależna od jego konstrukcji, wielkości produkcji, środków produkcji, a także od innych czynników. Stąd wynika oczywista potrzeba ścisłego powiązania wszystkich etapów procesu tworzenia maszyny.

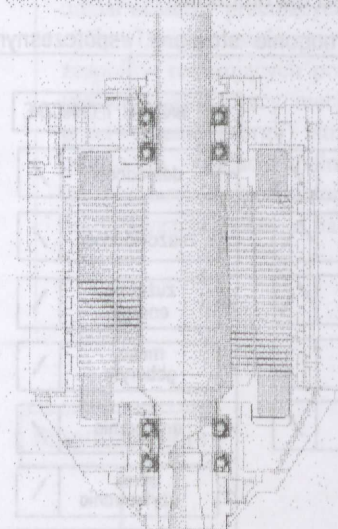
Proces tworzenia maszyny zaczyna się od studiów służących sformułowaniu założeń projektowych. Na tym etapie identyfikowane są potrzeby użytkownika, stan techniki, określone są terminy realizacji, seryjność produkcji i ew. inne warunki.

Projektowanie i konstruowanie - to proces przetwarzania założeń projektowych w formę dokumentacji, na podstawie której można maszynę wykonać. Zatem projektowanie i konstruowanie musi uwzględniać warunki wykonawcze.

Nie sposób dziś wykonywać skomplikowaną maszynę w jednym zakładzie. Dlatego coraz powszechniej stosowana jest modułowa budowa maszyn, polegająca na możliwie szerokim stosowaniu zunifikowanych elementów i zespołów, produkowanych przez wyspecjalizowane zakłady. Przykładem mogą być: silniki elektryczne, elementy hydrauliki i pneumatyki maszynowej, łożyska, przekładnie zębate, sprzęgła, hamulce, zunifikowane elementy konstrukcji nośnych i wiele innych. Czasem nazywa się to "inżynierskimi klockami LEGO".

Obserwuje się przy tym postępującą integrację zespołów o różnych funkcjach, w wyniku czego powstają zespoły wielofunkcyjne. Jako przykład przytoczę elektrowrzeciono nowoczesnej obrabiarki (rys. 5). Wrzeczono, do którego mocowane są uchwyty przedmiotowe

lub narzędziowe jest równocześnie wałem wirnika silnika elektrycznego o bezstopniowej zmianie prędkości obrotowej. Rozwiązanie takie skraca łańcuch kinematyczny, redukuje liczbę części, zmniejsza masy i momenty bezwładności, upraszcza sterowanie. W niektórych jednostkach napędowych występują inne dodatkowe urządzenia, np. miernik kąтового położenia wrzeciona, elementy układów chłodzenia strefy skrawania. Podobnych przykładów zintegrowanych zespołów maszynowych można przytaczać wiele.



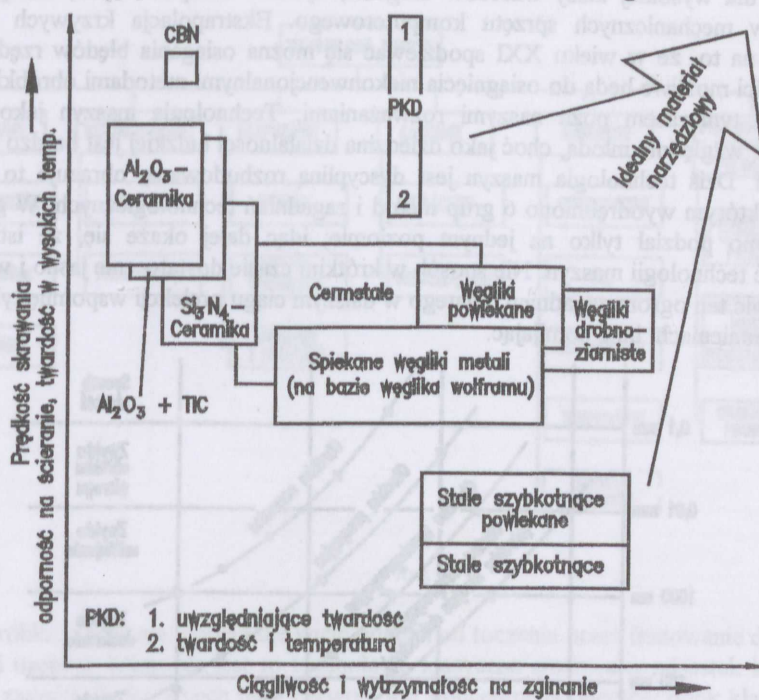
Rys. 5

W spełnianiu wymagań stawianych współczesnym maszynom olbrzymią rolę odgrywa nauka o materiałach - inżynieria materiałowa.

Tradycyjne w budowie maszyn tworzywa metalowe są nieustannie doskonalone. Polepszają się ich cechy użytkowe; powstają nowe stopy metali lekkich (aluminium, magnezu, tytanu) i kompozyty na ich bazie - o parametrach zbliżających się do parametrów stali, a często mających te cechy, których stal nie ma. Obok tworzyw metalowych coraz częściej stosuje się materiały niemetalowe: tworzywa sztuczne (polimery) oraz ceramikę. Polimery górują nad innymi materiałami takimi cechami jak: odporność na wpływy chemiczne, łatwość wytwarzania skomplikowanych kształtów, niski koszt, mniejsza masa właściwa; równocześnie ich właściwości mechaniczne coraz bardziej zbliżają się do właściwości klasycznych tworzyw konstrukcyjnych - stopów metali, a często je przewyższają. Stąd udział polimerów w budowie maszyn szybko rośnie. Cechy materiałów ceramicznych: twardość, odporność na ścieranie, odporność na wysokie temperatury, względna łatwość formowania czynią, że coraz więcej części maszyn wykonuje się z ceramiki - i to nie tylko węglkowej, lecz także tlenkowej, borkowej, i innych. Przykłady: elementy silników spalinowych, elementy łożysk ślizgowych i tocznych. Coraz częściej mówi się, że w budowie maszyn wiek XXI będzie wiekiem kompozytów, polimerów i ceramiki.

Wspomnieć trzeba, że wraz z polepszaniem się pożądaných przez konstruktora cech materiałów (jak wytrzymałość, twardość), pogarszają się ich cechy technologiczne -

obrabiwalność (tłoczliwość, skrawalność, szlifowalność). Tak więc - stosowanie nowych materiałów konstrukcyjnych - to nowe, trudniejsze zadania dla technologii.

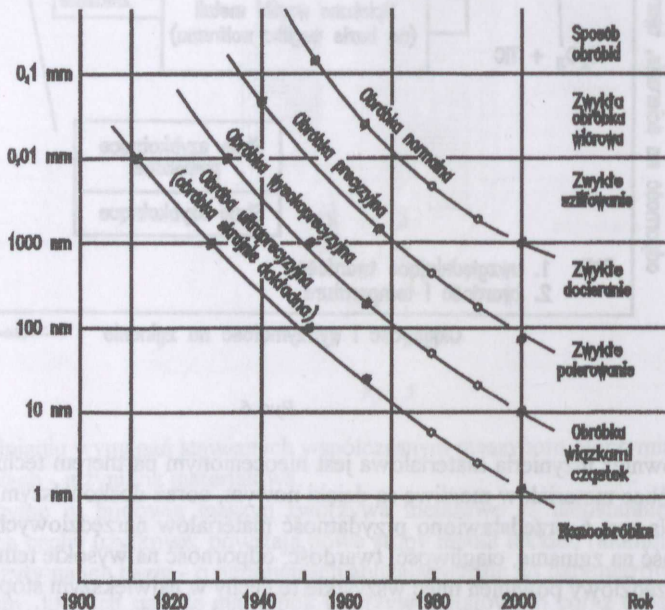


Rys. 6

Tu również inżynieria materiałowa jest nieocenionym partnerem technologii maszyn. Postępy w obróbce materiałów możliwe są dzięki nowym, coraz doskonalszym materiałom narzędziowym. Na rys. 6 przedstawiono przydatność materiałów narzędziowych uwzględniając ich wytrzymałość na zginanie, ciągliwość, twardość, odporność na wysokie temperatury. Idealny materiał narzędziowy powinien mieć wszystkie te cechy w największym stopniu. Tak jednak nie jest. Materiały supertwarde (diament, regularny azotek boru) mają małą wytrzymałość na zginanie, natomiast wytrzymała stal szybko tnąca ma małą twardość w wysokich temperaturach skrawania. Doskonalenie materiałów zmierza do wzrostu obu tych cech, przy równoczesnym obniżaniu cen. Osiągnięciem ostatnich lat są: regularny azotek boru, cermetale, ceramika biała, laminowanie węglakami, azotkami i tlenkami - spiekanych węglaków metali i stali szybko tnących. Spiekane węgliki metali o bardzo drobnym ziarnie dorównują wytrzymałością stalom szybko tnącym.

Wśród wymagań stawianych współczesnym maszynom wymieniono dokładność. Jest to cecha ważna. Błędy wykonania wymiarów części decydują o dokładności maszyny, a zatem o zdolności do realizacji stawianych jej zadań. Dokładność jest również warunkiem zamienności części, co ma istotne znaczenie dla procesu montażu maszyny i późniejszej jej eksploatacji. Dokładność nieustannie rośnie. Na rys. 7 przedstawiono wykres obrazujący zmiany dokładności obróbki zachodzące w ciągu XX wieku. O ile na początku wieku dokładność 0.01 mm była efektem obróbki ultraprecyzyjnej, to dziś leży ona w zakresie dostępnych odmian obróbki

skrawaniem. Obróbka ultraprecyzyjna dziś, to błędy rzędu kilku, kilkunastu nanometrów, właściwa dla wysokiej klasy wzorców długości, dysków kompaktowych, ultraprecyzyjnych elementów mechanicznych sprzętu komputerowego. Ekstrapolacja krzywych dokładności wskazuje na to, że w wieku XXI spodziewać się można osiągania błędów rzędu 1 nm. Te dokładności możliwe będą do osiągnięcia niekonwencjonalnymi metodami obróbki. Zostawmy to jednak tymczasem poza naszymi rozważaniami. Technologia maszyn jako nauka jest dyscypliną względnie młodą, choć jako dziedzina działalności ludzkiej jest bardzo stara - sięga prehistorii. Dziś technologia maszyn jest dyscypliną rozbudowaną; obrazuje to schemat na rys. 8, na którym wyodrębniono 6 grup metod i zagadnień technologicznych. W grupach tych przytoczono podział tylko na jednym poziomie; idąc dalej okaże się, że istnieje wielka złożoność technologii maszyn. Nie sposób w krótkim czasie dostatecznie jasno i wyczerpująco przedstawić ten ogrom zagadnień. Dlatego w dalszym ciągu prelekcji wspomnę tylko o wybranych zagadnieniach, inne pomijając.

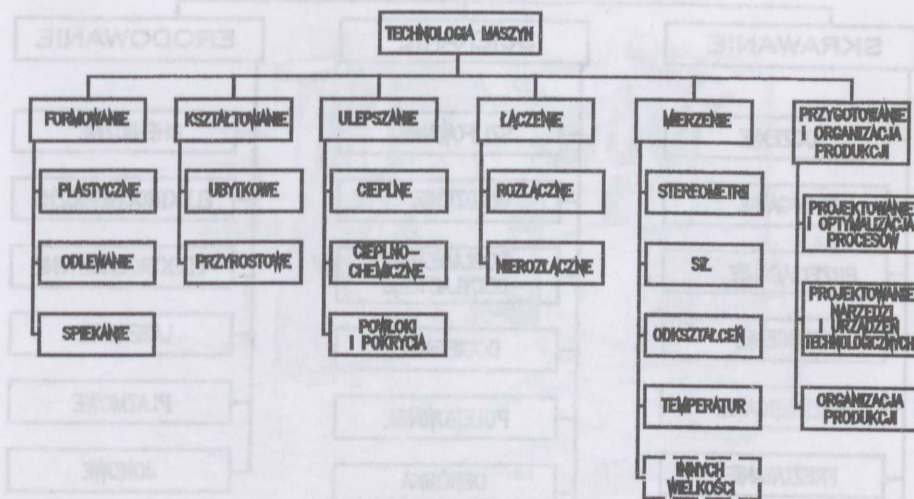


Rys. 7

Technologie formujące (obróbka plastyczna, odlewanie, spiekanie - zresztą bardzo dziś rozbudowane pod względem odmian), wykorzystywane głównie do wytwarzania półwyrobów, "szlachetnieją" - wytwarzają wyroby o coraz wyższej dokładności, wymagające coraz mniej dodatkowej obróbki lub wręcz gotowe. Rośnie więc udział technologii formujących. Rośnie rola obróbek ulepszających (cieplnych, cieplno-chemicznych, nanoszenia powłok i pokryć). Jest to szczególnie ważne ze względu na coraz wyższe wymagania stawiane elementom maszyn, a głównie ich powierzchniom roboczym i warstwie wierzchniej. Technologie ulepszające oraz formujące - stanowią integralne części technologii maszyn - są ściśle związane z nauką o materiałach.

Technologie kształtowania są znaczącą grupą; zajmują dziś około 30% czasu wytwarzania, a przy tym w większości przypadków decydują o dokładności maszyny. Jak różnicowane są technologie kształtowania? Ze schematu na rys. 8 widać, że kształtować można

przez ubytek lub przez przyrost materiału. Klasyfikację obróbki ubytkowej przedstawia schemat na rys. 9.



Rys. 8

Obróbka skrawaniem obejmuje wiele odmian od toczenia przez frezowanie do obróbki gwintów i użębień. Mimo że jest to technologia klasyczna stosowana od setek lat, wciąż rozwija się i zmienia. Jedną z cech tego rozwoju jest koncentracja operacji; obok klasycznych tokarek, frezarek, wiertarek, powstają obrabiarki wielofunkcyjne, wykonujące wiele różnych zabiegów podczas jednego zamocowania przedmiotu. Typowym tego przykładem są centra obróbkowe (rys.10), wyposażone w magazyny automatycznie wymienianych narzędzi, których liczba sięga dziesiątek lub nawet setek. Warto wspomnieć, że coraz częściej na obrabiarkach skrawających, stosuje się również i inne rodzaje obróbki. Regułą jest plastyczna obróbka gwintów, nagniatanie powierzchniowe mechaniczne i mechaniczno-elektryczne (z przepływem prądu), są przypadki koncentracji obróbki toczenia kształtującego, hartowania powierzchniowego z wykorzystaniem lasera, a następnie wykańczającej obróbki ostrzem z CBN. Wszystkie te rozwiązania służą zwiększaniu wydajności, dokładności i obniżce kosztów.

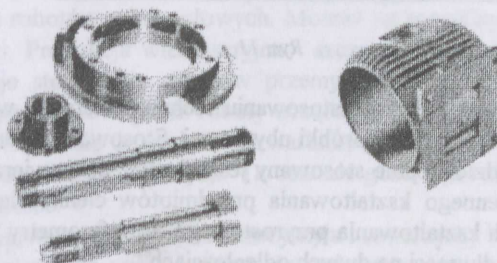
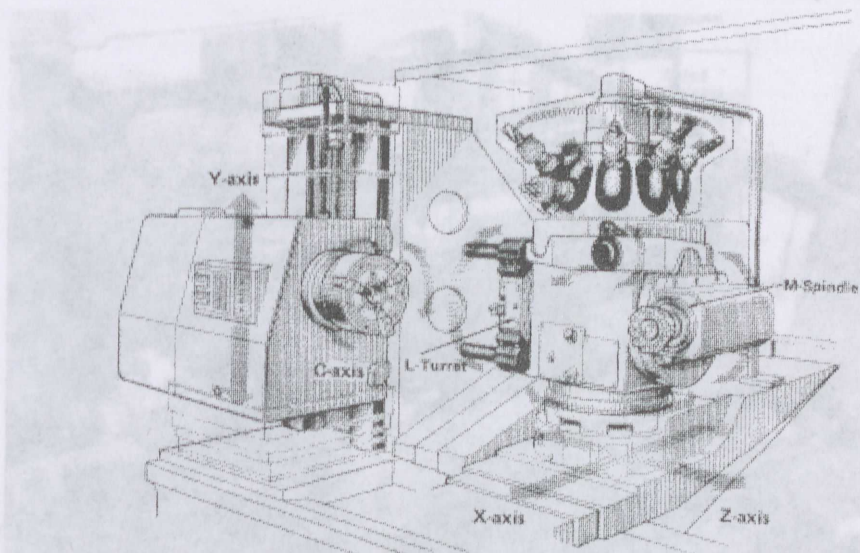
W procesach technologicznych obok czasu przeznaczonego na obróbkę (czasu głównego) występują czasy pomocnicze, potrzebne na przemieszczanie i mocowanie przedmiotu, zmianę narzędzi i wiele innych czynności pomocniczych. Dziś dąży się do tego, by czynności te były wykonywane bez udziału człowieka. Stąd coraz powszechniejsze stosowanie obrabiarek sterowanych numerycznie. Mogą one pracować niezależnie, mogą też być konfigurowane w różne systemy wraz z urządzeniami transportowymi (manipulatory, roboty), magazynującymi, kontrolującymi i oczywiście sterującymi. Na tej zasadzie budowane są autonomiczne stacje obróbkowe, elastyczne gniazda, systemy i linie obróbkowe. Elastyczność - czyli podatność na szybką zmianę programów wytwarzania - jest ważną i pożądaną dziś cechą systemów wytwarzania. Na rys. 11 pokazano fotografię elastycznego gniazda obróbki tokarskiej dla przedmiotów typu "tuleje-tarcze", skonfigurowanego w Instytucie Technologii Mechanicznej Politechniki Szczecińskiej.



Rys. 9

Obróbka ścierna - druga z klasycznych odmian obróbki ubytkowej - obejmuje szlifowanie, tzw. ściernie obróbki gładkościowe oraz obróbkę udarowo-ścierną, zwaną też obróbką ultradźwiękową. Szlifowanie wciąż jest najczęściej stosowane z racji swoich zalet, choć ma pewne wady. Zalety: możliwość dokładnej obróbki materiałów o bardzo dużej twardości i przedmiotów o różnych - także złożonych - kształtach powierzchni. Wady: wysoki koszt, niekorzystny stan naprężeń w warstwie wierzchniej. Minimalizacja wad szlifowania postępuje szybko dzięki nowym materiałom ściernym, spoiwom, technologii ściernic, doskonalszym obrabiarkom. Nie wnikając w szczegóły stwierdzić trzeba, że współczesne ściernice umożliwiają stosowanie coraz większych prędkości szlifowania, co sprzyja wzrostowi wydajności i poprawia stan warstwy wierzchniej. W ściernych obróbkach gładkościowych coraz powszechniej stosowane są narzędzia z materiałów supertwardych (diant, CBN). Potwierdza się i tu bardzo istotny wpływ materiałów narzędziowych na postęp w obróbce skrawaniem i ścierniej.

Słów parę trzeba poświęcić obróbkom erozyjnym, które rozwinęły się w okresie powojennym, a zatem w porównaniu ze skrawaniem i obróbką ścierną są względnie nowe. Do usuwania materiału wykorzystują inne rodzaje energii; elektryczną, cieplną, chemiczną. Wspólne cechy obróbek erozyjnych, to:



Rys. 10

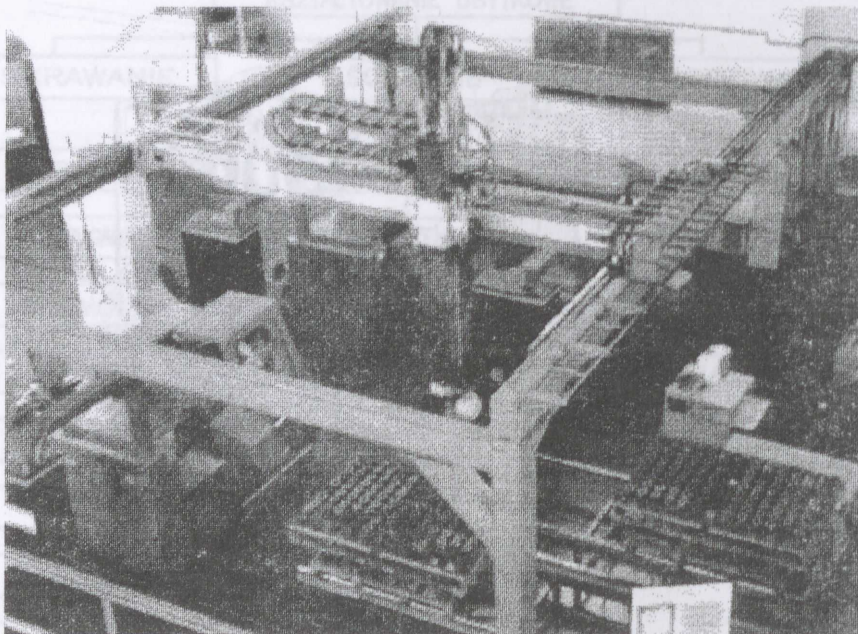
- możliwość obróbki bardzo twardych materiałów, trudno obrabialnych skrawaniem czy ścieraniem;

- układ technologiczny nie jest obciążony siłami mechanicznymi, co sprzyja wysokiej dokładności obróbki;

- wadą jest energochłonność i mała wydajność, stąd względnie wysoki koszt.

Spośród sześciu odmian obróbki erozyjnej najczęściej stosowana jest obróbka elektroerozyjna. Na rys.12 przedstawiono prosty schemat drążarki elektroerozyjnej. Impulsy napięcia w obwodzie narzędzie - przedmiot obrabiany powodują impulsy prądu w miejscach najmniejszych odległości. Temperatura rzędu 10000 K powoduje topienie i parowanie metalu z powierzchni przedmiotu. Sterowany napięciem posuw elektrody roboczej powoduje zagłębianie się narzędzia i odwzorowanie jego kształtu w przedmiocie. Obróbka elektroerozyjna jest dziś stosowana bardzo często. Przykłady: drążenie otworów wtryskiwaczy silników spalinowych, obróbka matryc kuźniczych, form do wyrobów z tworzyw sztucznych, form do opon

samochodowych ze skomplikowaną rzeźbą bieżnika.

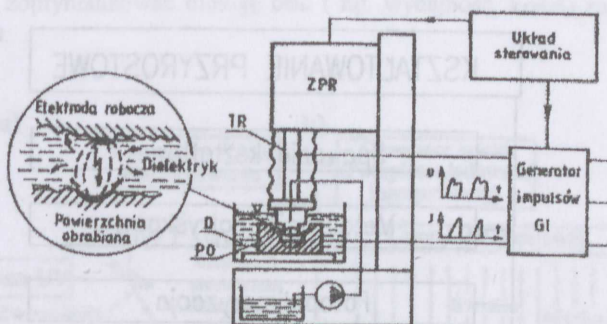


Rys. 11

Słów parę warto poświęcić zastosowaniu techniki laserowej w technologii maszyn. Laser jest stosowany jako narzędzie obróbki ubytkowej. Stosowane są drążarki i wycinarki laserowe. Laser jako narzędzie cieplne stosowany jest również do powierzchniowego hartowania, do gięcia i przestrzennego kształtowania przedmiotów cienkościennych, do spawania, a także w wielu metodach kształtowania przyrostowego. Interferometry laserowe znajdują zastosowanie do pomiarów długości na dużych odległościach.

Drugą grupę metod technologii kształtujących stanowi kształtowanie przyrostowe (tablica na rys. 13). Klasyczną metodą jest spawanie kształtowe (napawanie); nieco nowszą, rozwiniętą w latach 50. - metalizacja natryskowa. Ostatnie lata przyniosły kilka nowych metod. Nie sposób omawiać tu wszystkie. Wspomnę o stereolitografii, gdzie cienkie warstwy żywicy polimeryzują się pod działaniem lasera lub promieni UV (rys. 14). Selektywne spiekanie laserowe może być stosowane również do proszków metali (rys. 15).

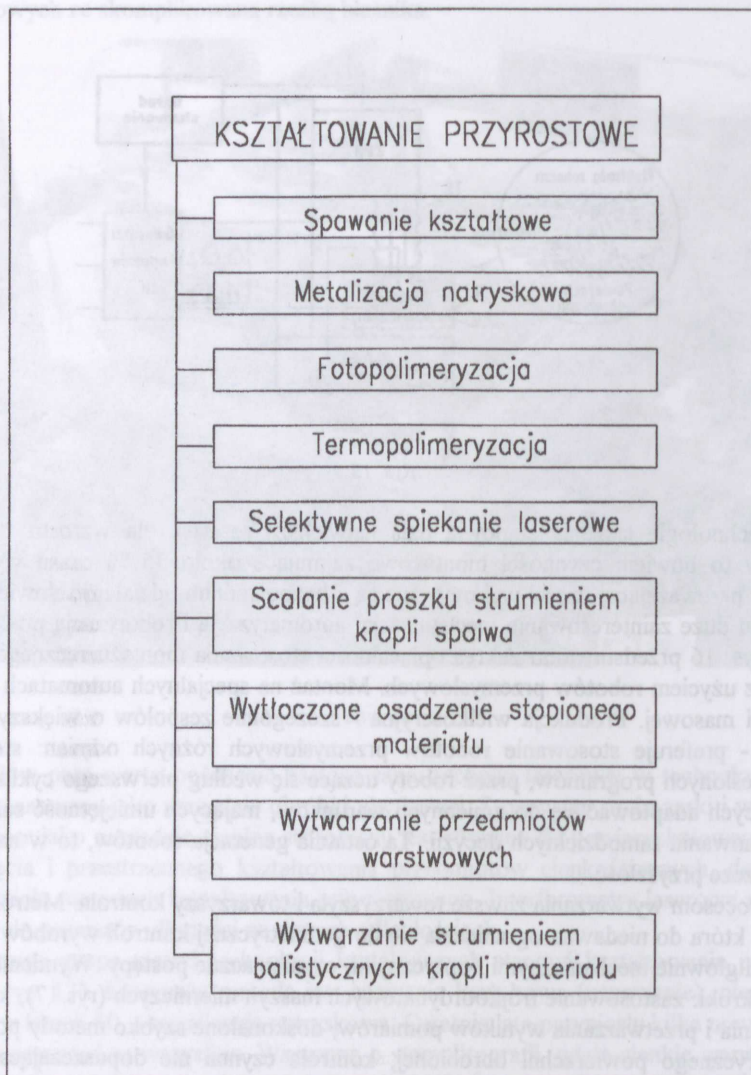
Kształtowanie przyrostowe jest znacznie mniej wydajne od ubytkowego nie jest więc powszechnie stosowane w produkcji seryjnej czy masowej. Ma jednak tę zaletę, że są to metody "beznarzędziowe", o dużym stopniu elastyczności. Nadają się do wytwarzania części z różnych materiałów: metale, polimery, ceramika techniczna, materiały wzmacniane włóknami oraz kompozyty na osnowie metalowej lub polimerowej. Z tej racji chętnie są dziś stosowane do jednostkowej produkcji elementów o złożonych kształtach - głównie do szybkiego wykonywania prototypów.



Rys. 12

Technologie łączenia stanowią dziś największą rezerwę dla wzrostu wydajności. Wchodzą w to bowiem czynności montażowe zajmujące około 35 % czasu wytwarzania maszyny; w przeważającej części wykonywane są z bezpośrednim udziałem człowieka, często ręcznie. Stąd duże zainteresowanie mechanizacją, automatyzacją i robotyzacją prac montażowych. Na rys. 16 przedstawiono zakres opłacalności stosowania montażu ręcznego, automatycznego i z użyciem robotów przemysłowych. Montaż na specjalnych automatach opłaca się w produkcji masowej. Produkcja wielkoseryjna - szczególnie zespołów o większym stopniu złożoności - preferuje stosowanie robotów przemysłowych różnych odmian: sterowanych według określonych programów, przez roboty uczące się według pierwszego cyklu, do robotów umiających adaptować się do zmiennych warunków, mających umiejętność samouczenia się i podejmowania samodzielnych decyzji. Ta ostatnia generacja robotów, to w naszych warunkach jeszcze przyszłość.

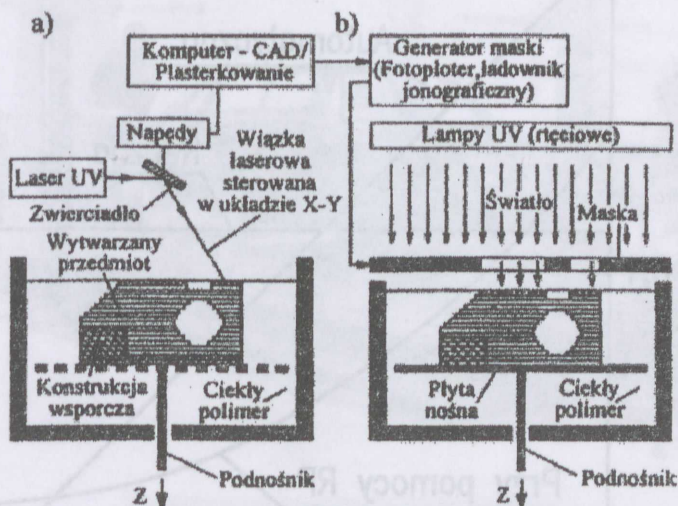
Procesom wytwarzania zawsze towarzyszyła i towarzyszy kontrola. Metrologia technologiczna, która do niedawna ograniczała się do geometrycznej kontroli wyrobów gotowych przyrządami głównie mechanicznymi i optycznymi, czyni znaczne postępy. Wymienić tu należy ważniejsze kroki: zastosowanie trójkoordynatowych maszyn mierniczych (rys. 17), komputeryzacja zbierania i przetwarzania wyników pomiarów, doskonalone szybko metody pomiaru stanu geometrycznego powierzchni obrobionej, kontrola czynna nie dopuszczająca do przekroczenia tolerancji wymiaru podczas obróbki. Czynią one procesy kontroli stereometrii szybszymi, dokładniejszymi a zatem i skuteczniejszymi narzędziami sterowania jakością. Inny przykład sprzężeń między mierzaniem i obróbką przedstawiono poglądowo na rys. 18. Przedmiot o złożonych trójwymiarowych powierzchniach jest mierzony na uniwersalnej trójkoordynatowej maszynie mierniczej. Powstaje zbiór punktów, na których opisywane są powierzchnie. Ich cyfrowy zapis jest podstawą do utworzenia programu sterującego obrabiarką. Jest to procedura swoistego kopiowania za pomocą maszyny pomiarowej, systemu programów i obrabiarki.



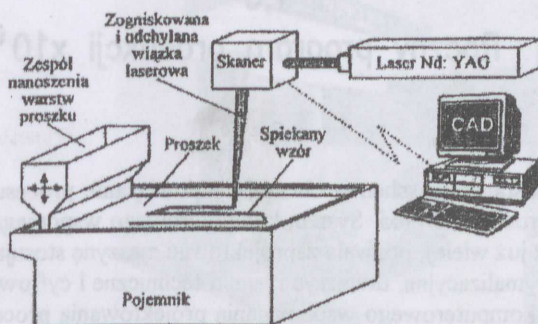
Rys. 13

Mierzone są inne (poza geometrycznymi) wielkości fizyczne, istotnie wpływające lub mogące wpływać na przebieg i wynik procesu technologicznego; mierzy się siły, temperatury, odkształcenia, drgania, stan narzędzia - jako wielkości wykorzystywane do sterowania procesami. Na rys. 19 przedstawiono schemat układu technologicznego, w którym podczas obróbki mierzone są wielkości charakteryzujące przedmiot obrabiany, oraz wielkości związane z procesem obróbki, narzędziem i obrabiarką. Mogą być przy tym stosowane różne strategie nadzorowania i sterowania. Najprostsze - to przerwanie procesu, gdy przekroczona zostanie wartość któregoś z istotnych parametrów (np. siła, moc, zużycie narzędzia). Może też następować adaptacja parametrów procesu (np. posuwu), aby nie przekroczyć dopuszczalnych

wartości niektórych cech wyrobu (np. chropowatości powierzchni, wymiaru). Może być też stosowane sterowanie adaptacyjne optymalizujące, dobierające zestaw parametrów technologicznych tak, aby zoptymalizować funkcję celu (np. wydajność, koszt) zachowując warunki techniczne wyrobu.



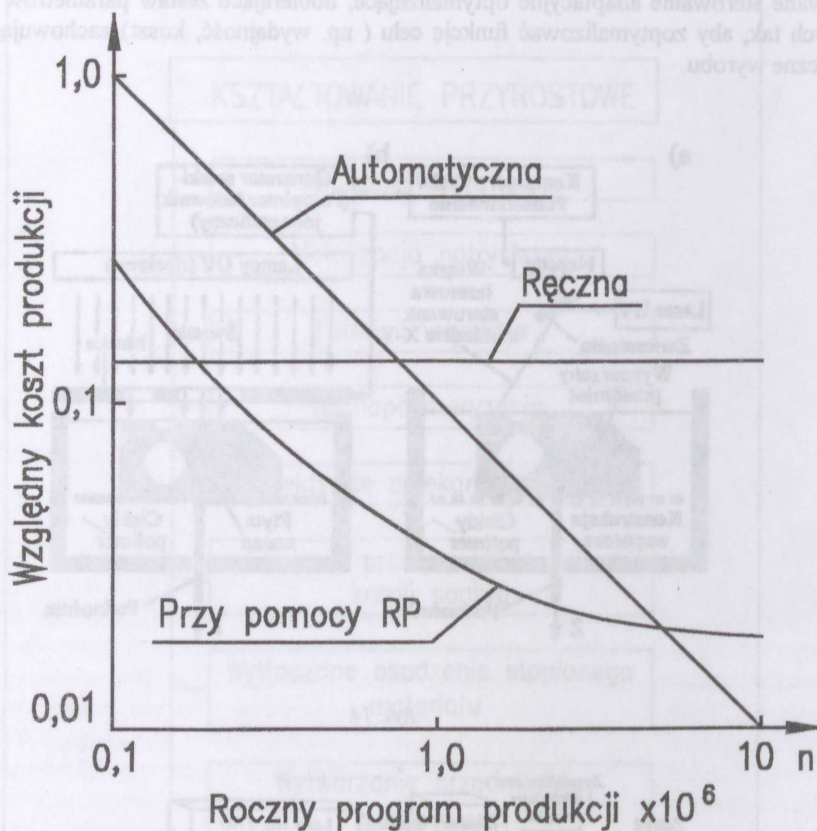
Rys. 14



Rys. 15

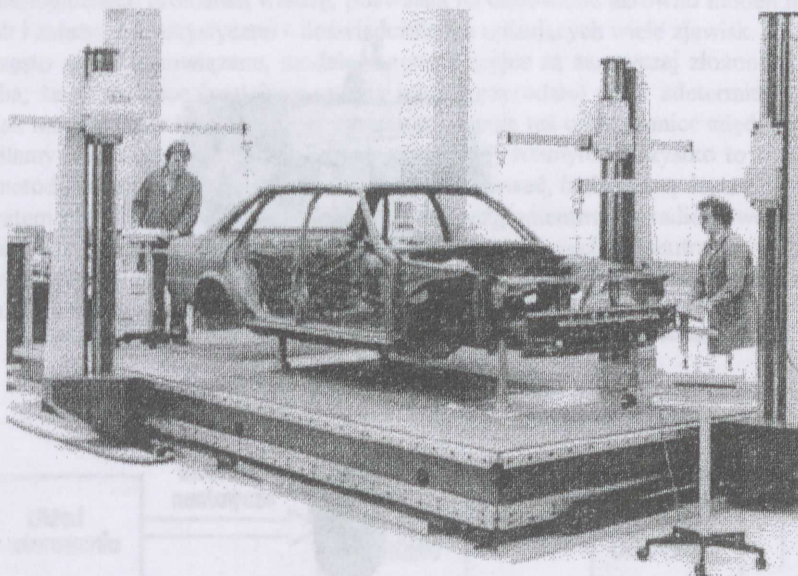
Grupa zagadnień nazwana przygotowaniem produkcji obejmuje projektowanie i optymalizację procesów, projektowanie narzędzi i urządzeń technologicznych, organizację produkcji. Nie jest tu ujęte projektowanie i konstruowanie (poza narzędziami i urządzeniami technologicznymi). Praktyka jednak wykazała dobitnie, że projektowanie i konstruowanie są z technologią maszyn ściśle związane. Przeto procesy te zbliżają się, zachodzą na siebie, dążąc do integracji. Sprzyja temu komputerowe wspomaganie prac inżynierskich, dziś stosowane

coraz częściej, choć wciąż jeszcze zbyt mało wobec potrzeb.



Rys. 16

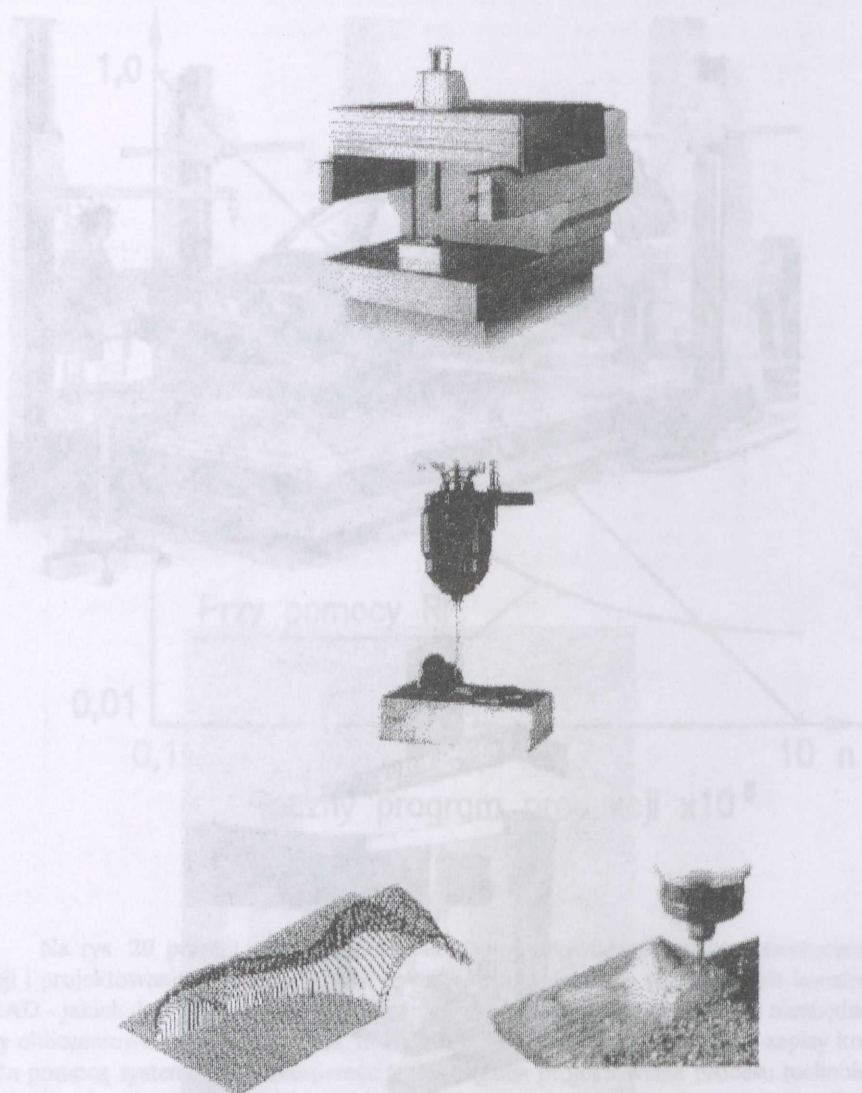
Na rys. 20 przedstawiono schemat obrazujący powiązanie procesu tworzenia konstrukcji i projektowania procesu obróbki. System komputerowego wspomagania konstruowania (CAD - jakich dziś jest już wiele), pozwala zaprojektować maszynę stosując niezbędne procedury obliczeniowe i optymalizacyjne, utworzyć rysunki techniczne i cyfrowe zapisy konstrukcji. Za pomocą systemu komputerowego wspomagania projektowania procesu technologicznego (CAP), dla określonej części maszyny dobiera się odpowiedni półwyrob (np. odlew, odkawkę, pręt), plan operacyjny, oraz opracowuje się programy sterujące dla obrabiarek sterowanych numerycznie. Oczywiście - niezbędne są do tego bazy danych dotyczące obrabiarek, narzędzi, warunków obróbki itp. Pożądane są również programy optymalizujące. Przebieg procesu może być symulowany na różnych etapach projektowania programu; ma to na celu wykrycie nieprawidłowości, głównie kolizji.



Rys. 17

W technologii maszyn (jak zresztą w wielu innych dziedzinach) do osiągnięcia zamierzonego celu może prowadzić wiele różnych dróg. Różne mogą być struktury procesu, róż-

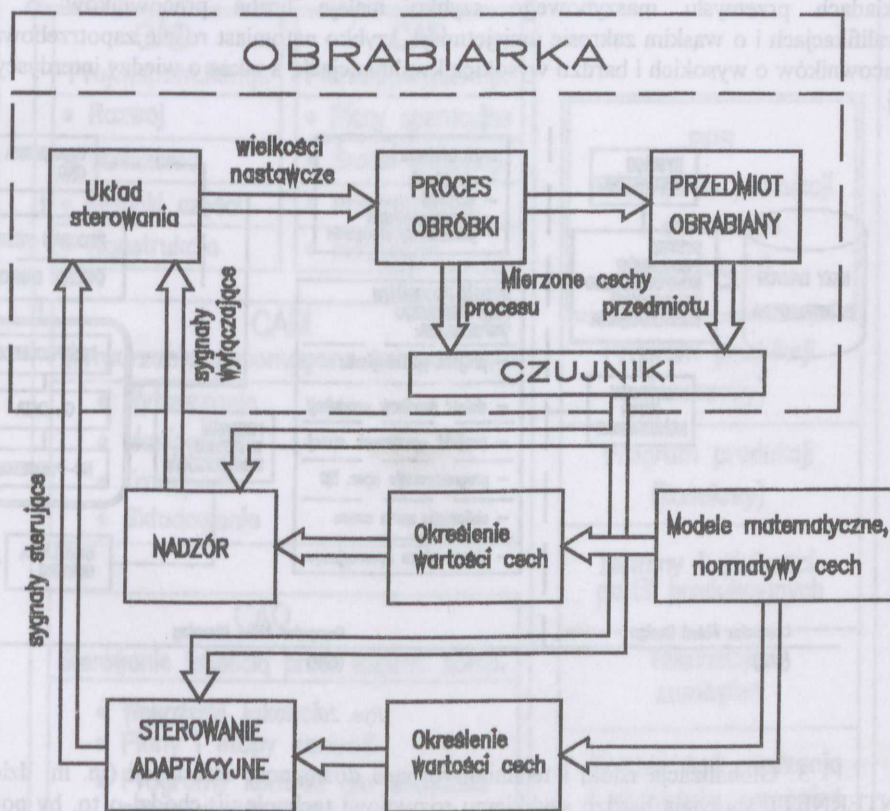
coraz większy, choć wciąż jeszcze zbyt mało wykorzystany.



Rys. 18

ne mogą być warunki obróbki w takich samych strukturach. Wybór drogi właściwej dla określonego zadania to problem optymalizacji; i to optymalizacji wielokryterialnej. Trudny, bo wiele związków nie daje się opisać zależnościami matematycznymi. Tu niezbędna i niezastąpiona jest wiedza ekspertów, doświadczonych technologów - praktyków. Wiedza ta może być i jest gromadzona w postaci informatycznych systemów ekspertowych, które - doskonałe - z czasem

mogą być cenną pomocą również dla technologów o mniejszym doświadczeniu. Badania procesów technologicznych gromadzą wiedzę, pozwalają na budowanie zarówno modeli matematycznych jak i zależności statystyczno - doświadczalnych opisujących wiele zjawisk. Różne zjawiska są często ze sobą powiązane, modele optymalizacyjne są zazwyczaj złożone. Do tego dodać trzeba, że w technice (podobnie zresztą jak w przyrodzie) obok zdeterminowanych - wiele zjawisk ma charakter losowy, że nie zawsze występują też ostre granice między stanami, które określamy jako dobre czy złe, że istnieją tzw. strefy rozmyte. Wszystko to sprawia, że klasyczne metody optymalizacji nie zawsze dają się zastosować, bądź nie są dostatecznie efektywne. A zatem obok takich metod optymalizacji jak bezgradientowe, gradientowe, losowe - pojawiają się i znajdują zastosowanie nowe metody, operujące sieciami neuronowymi, logiką rozmytą czy algorytmami genetycznymi. Technologia sięga po nie i stara się - coraz częściej z powodzeniem - wykorzystywać je w praktyce.



Rys. 19

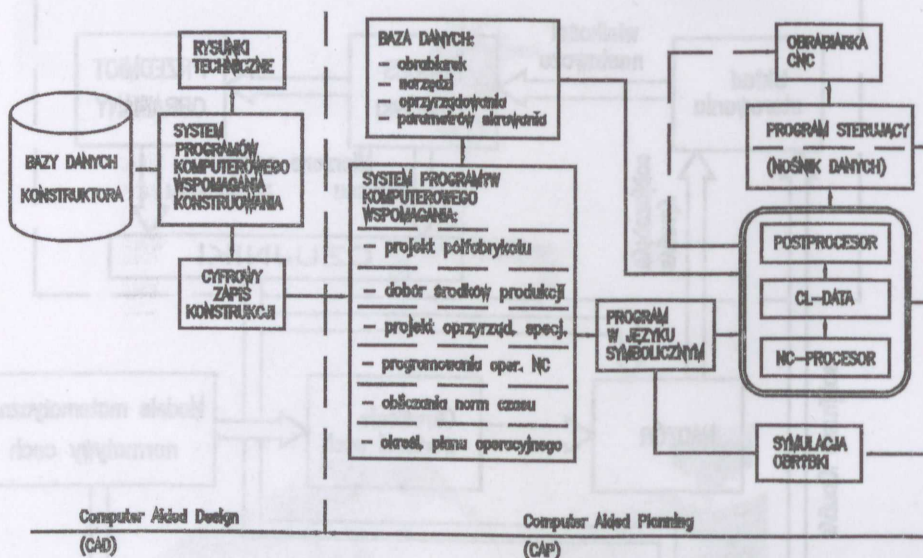
Pokazane tu przykłady komputerowego wspomagania projektowania konstrukcji i technologii to drobny wycinek znacznie większej całości. Rozwój tych metod prowadzi do integracji nie tylko działań konstruktorów i technologów, lecz również planistów i organizatorów produkcji (rys. 21). Integracja ta obejmować powinna kolejno wydziały produkcyjne i fabryki. Koncepcja wytwarzania zintegrowanego komputerowo (CIM) ma już pierwsze pilotażowe

wdrożenia w Japonii, USA i w Niemczech. W naszych warunkach jest to dopiero idea, której skutecznej realizacji spodziewać się można nie wcześniej niż po 2000 roku. Cel wart jest jednak trudu, bo celem jest skrócenie czasu między wpłynięciem zamówienia i wysyłką wyrobu, podnoszenie jakości, obniżanie kosztów.

Kończąc tę prelekcję, w której można było tylko "migawkowo" pokazać wybrane zagadnienia, czas na uwagi końcowe.

1. Zasadnicze metody technologiczne w budowie maszyn - to fizyka stosowana do ściśle określonych celów; współczesna technologia maszyn owocnie współpracuje z innymi naukami technicznymi, jak: mechanika techniczna, inżynieria materiałowa, elektrotechnika, elektronika, informatyka, cybernetyka, przy bardzo silnym oparciu na matematyce stosowanej.

2. Technologia maszyn wymaga wiedzy w dziedzinach szczegółowych oraz umiejętności syntetycznego ujmowania wiedzy z rozległego obszaru. Dlatego w nowoczesnych zakładach przemysłu maszynowego szybko maleje liczba pracowników o niskich kwalifikacjach i o wąskim zakresie umiejętności; szybko natomiast rośnie zapotrzebowanie na pracowników o wysokich i bardzo wysokich kwalifikacjach, a także o wiedzy interdyscyplinarnej.



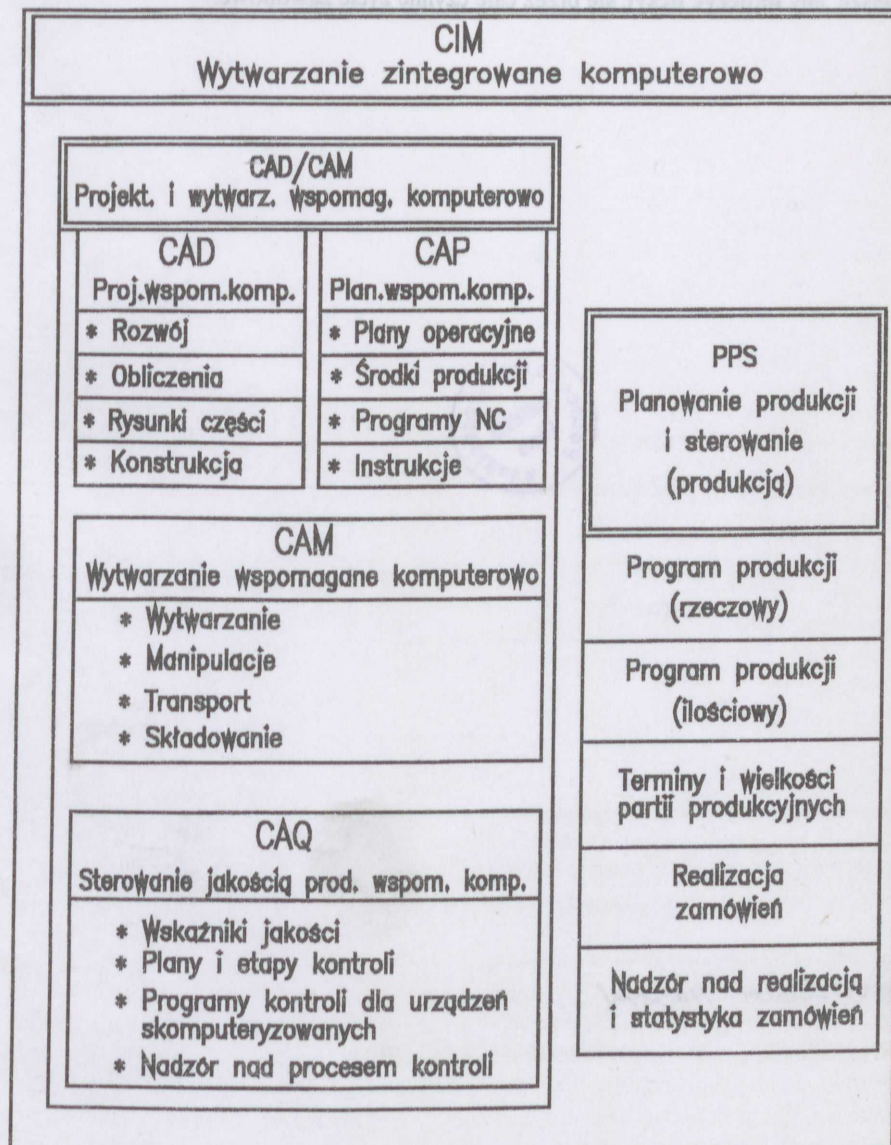
Rys. 20

3. Globalizacja nauki i techniki, rosnąca dostępność informacji (m. in. dzięki sieci INTERNET), sprzyjają bardzo szybkiemu rozwojowi technologii; chodzi o to, by postępy te były rozumiane i przyswajane przez ludzi, którzy mają te nowości stosować, by były społecznie akceptowane; gdy tego nie ma, pojawiają się (lub mogą się pojawić) objawy biernego oporu czy nawet bojkotu nowości. Jest to zjawisko, którego nie wolno lekceważyć (nie doceniać).

4. Na koniec: jaka w tym rola wyższej uczelni technicznej, jej pracowników naukowych i studentów? Odpowiedź pozornie prosta - kształcenie i badania - ale:

- Badania w technologii maszyn prowadzone są inaczej niż w dyscyplinach teoretycznych. Obejmują długi cykl - od badań poznawczych przez prace rozwojowe po wdrożenia. A w naszych polskich warunkach można zadać pytanie - czy stać nas na to, by w technologii

maszyn prowadzić badania podstawowe, których wyników nie ma szans wdrożyć w kraju ? Czy nie lepiej potencjał naukowy spożytkować na poznawanie, przyswajanie i wdrażanie tego co zrobiono już w świecie? Czy nie trzeba szukać sposobu na to, by wyniki krajowych badań podstawowych wchodziły w fazę prac rozwojowych i wdrożeń ? Na te pytania nie ma dziś jednoznacznych odpowiedzi. Decyzje mogą i powinny być różne, zależnie od przypadku.



Rys. 21

- Jak kształcić wobec lawinowo narastającej wiedzy ? Chyba tak, aby absolwentowi dać niezbędny zasób wiedzy podstawowej (teoretycznej i doświadczalnej), umiejętność stosowania jej do samodzielnego i zespołowego rozwiązywania problemów technicznych - a co najważniejsze, aby **nauczyć uczyć się** przez całe czynne życie zawodowe.



TECHNOLOGIA MASZYN

B-ka Wydz. Mechanicznego

PD-1386

Biblioteka Główna
Zachodniopomorskiego Uniwersytetu
Technologicznego w Szczecinie

M.22677



007-022677-00-0