

Zadanie Badawcze 2

Modelowanie, konstruowanie i kontrolowanie procesu HSM z uwzględnieniem skonfigurowanego układu maszyna-przyrząd-detail

Partnerzy:

- Politechnika Warszawska
- Politechnika Rzeszowska

Cele prac badawczych:

2.1 Modelowanie procesów HSM

Opracowanie modeli matematycznych i optymalizacja wydajnościowej tego procesu.

2.2 Nadzorowanie stanu obrabiarek do HSM

Opracowanie metod nadzorowanie stanu obrabiarek do HSM.

2.3 Układy diagnostyki stanu narzędzia i procesu skrawania dla przemysłu lotniczego

Opracowanie metodyki budowy układów diagnostycznych dla konkretnych stanowisk produkcyjnych oraz konstrukcji i metodyki pracy sondy narzędziowej, umożliwiającej pomiary zużycia ostrza

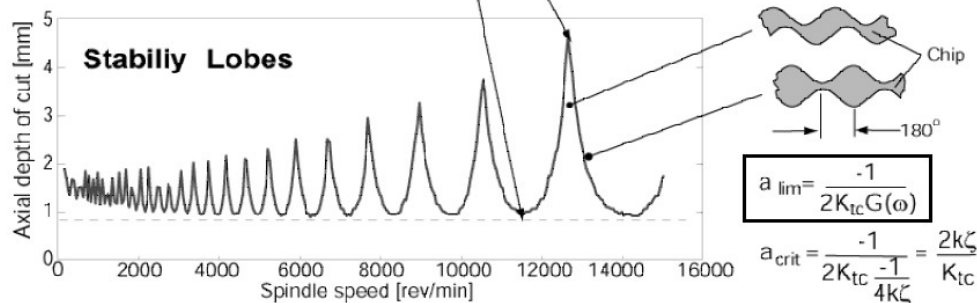
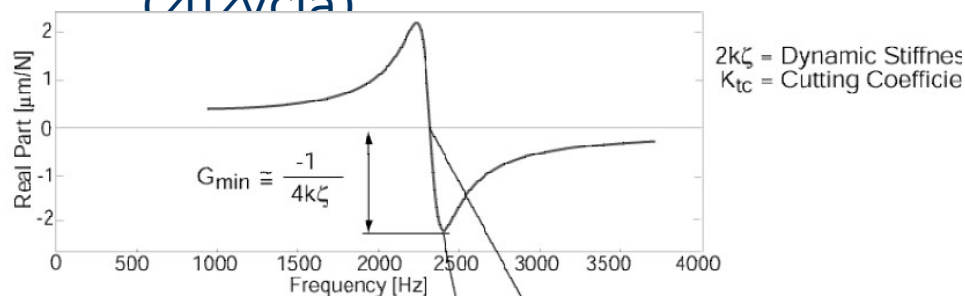
ZB 2.1 Modelowanie procesów HSM

Plan Badań

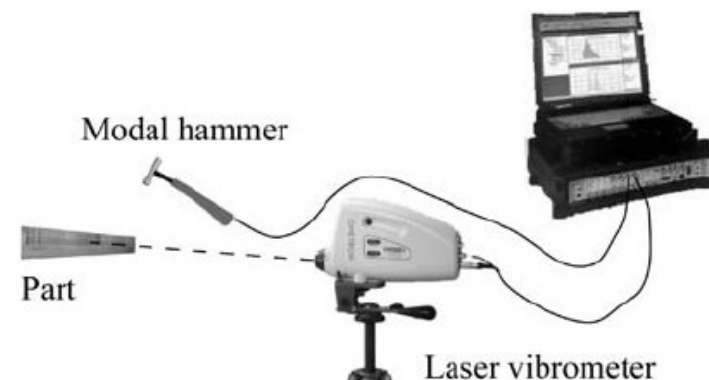
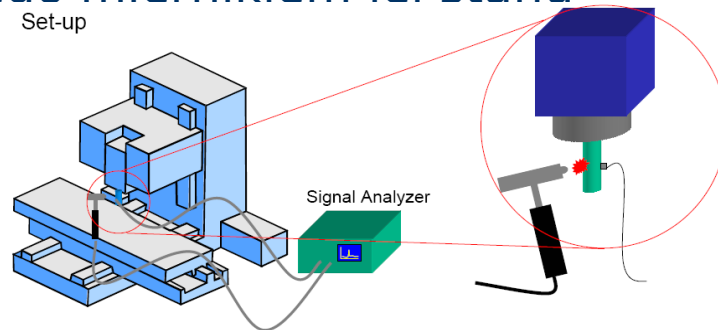
1. Opracowanie metody optymalizacji procesu frezowania stopów aluminium.
2. Wynikiem optymalizacji będą parametry technologiczne dla obróbki zgrubnej i wykończeniowej, które pozwolą wykonać przedmiot obrabiany maksymalną wydajnością przy założeniu, że dokładność wymiarowo-kształtowa nie przekroczy dopuszczalnych wartości.
3. Zastosowany zostanie układ sterowania adaptacyjnego, który ma za zadanie wprowadzać do wygenerowanego programu CNC dynamiczne nastawy parametrów technologicznych w oparciu o sygnał pomiarowy mocy wrzeciona.
4. Założeniem proponowanego układu jest ciągłe monitorowanie procesu skrawania i automatyczna korekcja nastaw posuwu do najwyższego dopuszczalnego poziomu wynikającego z optymalizacji

2.2.1. Opracowanie procedur badania przebiegu zużycia wrzecion frezarek szybkoobrotowych.

- Opracowanie i wdrożenie metodyki badań charakterystyki dynamicznej obrabiarek i wyznaczania dynamicznego wskaźnika jakości obrabiarki, będącego miernikiem jej stanu (zużycia)



©University of British Columbia - Manufacturing Automation Laboratory

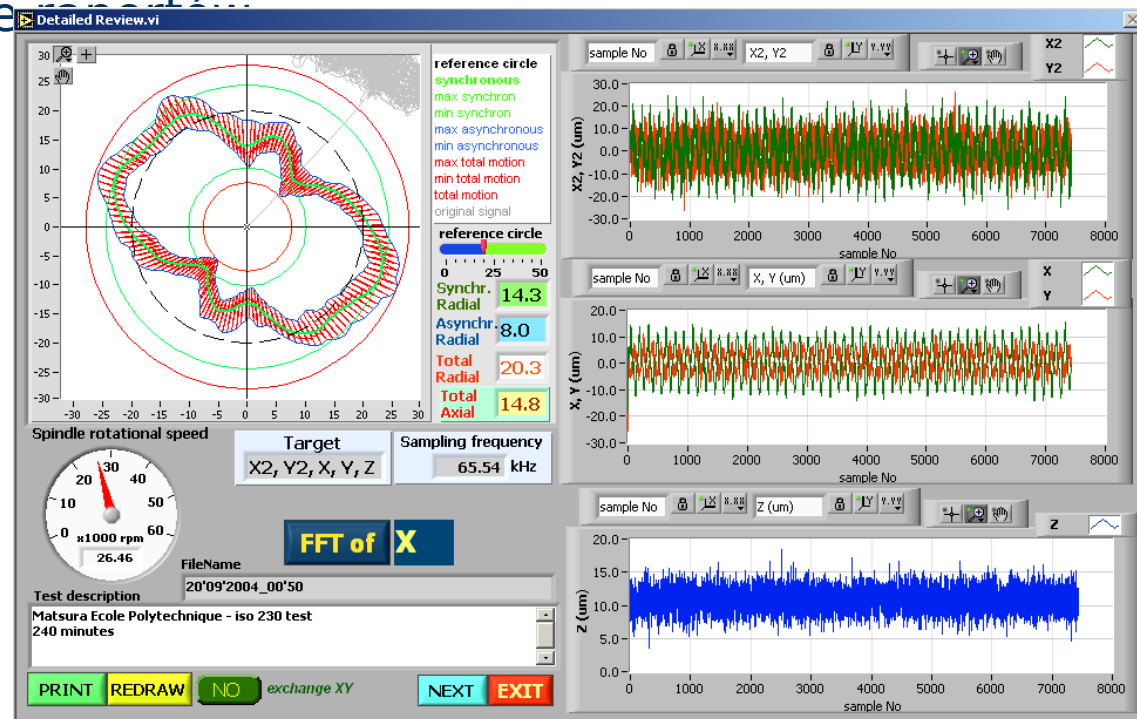
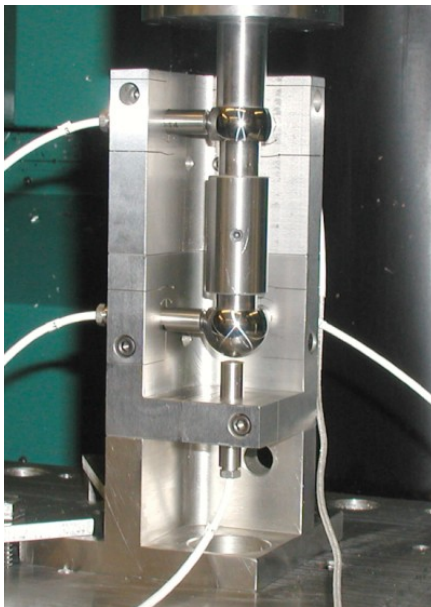


ZB 2.2 Nadzorowanie stanu obrabiarek do HS

Powiązanie z zadaniem ZB5.2.1 Opracowanie metody nadzorowania i analizy drgań w układzie OUPN dla frezowania HSC i HPC stopów aluminium

2.2.2. Opracowanie i wdrożenie metodyki badania błędnych ruchów wrzecion obrabiarek.

- Budowa przenośnego stanowiska badawczego, umożliwiającego badanie i analizę rozkładu błędnych ruchów wrzecion frezarek i tokarek, wraz z oprogramowaniem pozwalającym na automatyczne zbieranie i analizę danych oraz generowanie raportów.



ZB 2.2 Nadzorowanie stanu obrabiarek do HS

2.2.3. Opracowanie procedur oraz metod poprawiania dokładności wykonania przedmiotu obrabianego w zależności od dynamiki procesu

- Procedury i metody uwzględniać będą zależność dokładności ruchów obrabiarki od parametrów obróbkowych (głównie prędkości posuwu), a dzięki temu poprawiać dokładność obróbki

Dokładność przedmiotu obrabianego można poprawić dwoma metodami:

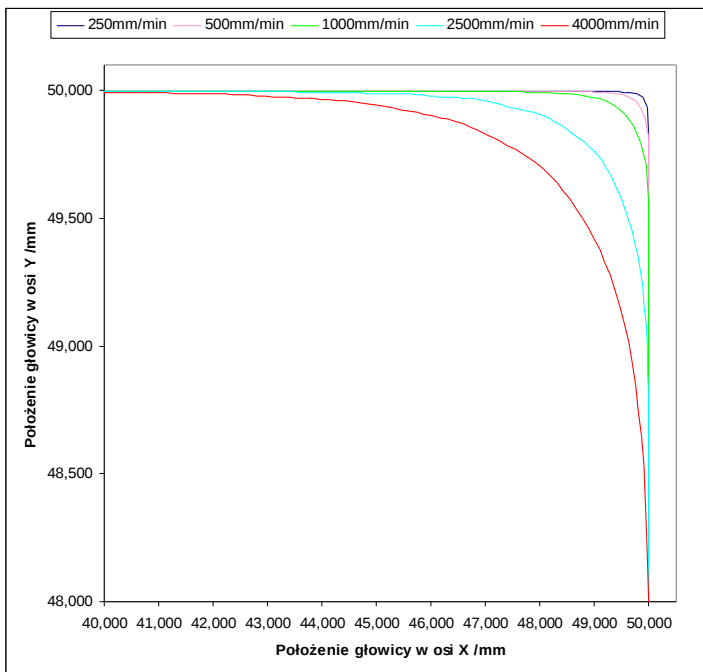
2. dostrojenie układu sterowania prędkością ruchu posuwowego oraz wprowadzenie kompensacji (poprawę odwzorowania kształtu),

- zaleta: stosowane przez serwis i producentów obrabiarek, bogata literatura;
- wada: brak uprawnień użytkownika do modyfikacji parametrów maszynowych w których zakodowane są ustawienia układu

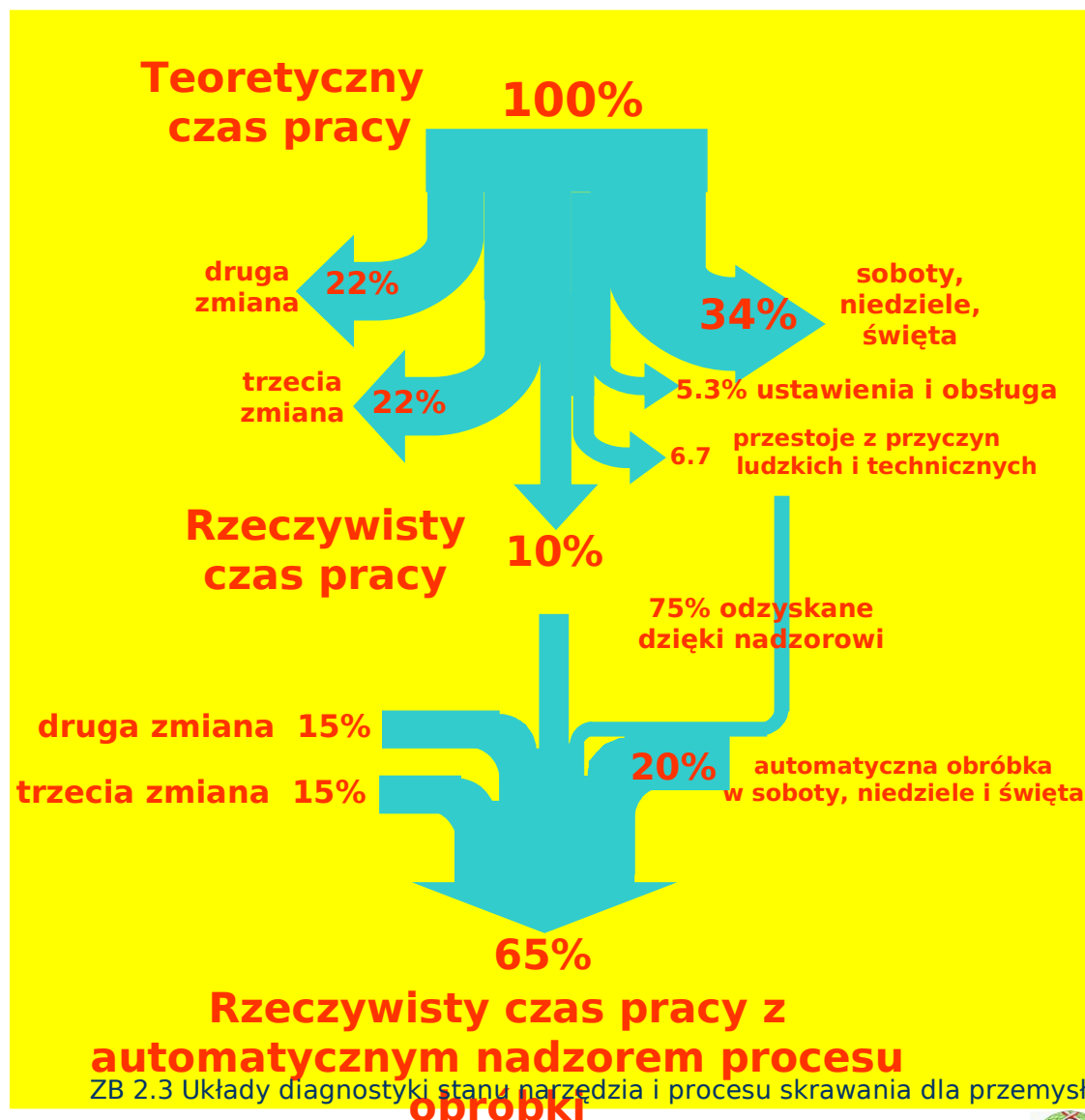
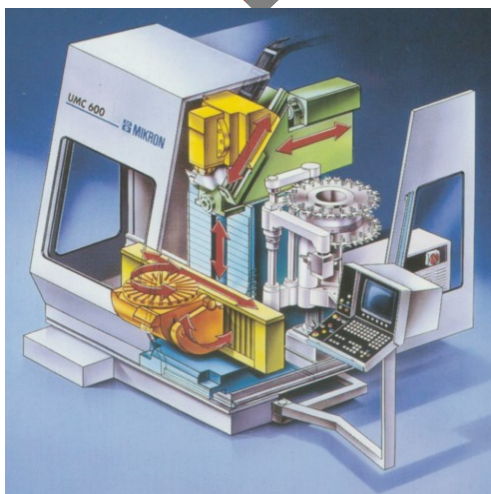
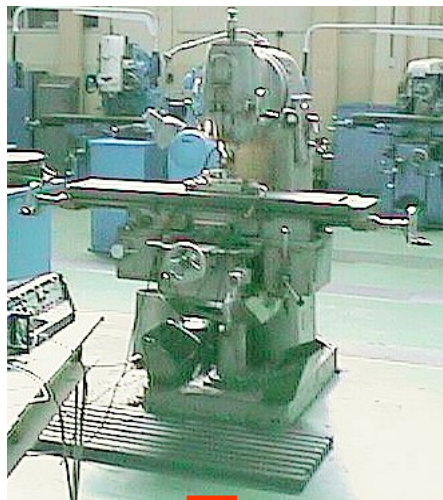
3. modyfikacja toru narzędzia.

- wada: brak literatury, brak doświadczenia, brak zastosowań.
- zaleta: brak konieczności ingerencji w parametry obrabiarki przy zmianie zakresu stosowanych prędkości posuwów
- **najprostszym rozwiązaniem jest zakodowanie reakcji obrabiarki na zmianę dynamiki procesu w postprocesorze systemu CAM.**

ZB 2.2 Nadzorowanie stanu obrabiarek do HS



Efekty wdrożenia układów diagnostyki procesu skrawania w przemyśle:



ZB 2.3 Układy diagnostyki stanu narzędzia i procesu skrawania dla przemysłu lotniczego

Planowane efekty projektu:

- Określenie zapotrzebowania na funkcje układu diagnostycznego w przemyśle lotniczym
- Opracowanie metodyki wykorzystywania układów diagnostyki procesu skrawania w przemyśle
- Opracowanie prototypów układów diagnostyki gotowych do wdrożenia przemysłowego zawierających funkcje:
 - Wykrywania KSO w produkcji seryjnej i jednostkowej
 - Wykrywania końca okresu trwałości ostrza dla produkcji seryjnej
 - Wykrywanie nadmiernych drgań
- Opracowanie strategii diagnostyki zużycia ostrza dla obróbki jednostkowej
- Budowa sondy narzędziowej do pomiaru zużycia ostrza
- Ocena przydatności metod wizyjnych do diagnostyki stanu ostrza
- Ocena przydatności metod wizyjnych do diagnostyki stanu ostrza
- Ocena możliwości realizowania przez układ diagnostyczny innych funkcji potrzebnych w przemyśle

ZB 2.3 Układy diagnostyki stanu narzędzia i procesu skrawania dla przemysłu lotniczego



2.3.1 Uaktualnienie światowego stanu wiedzy w zakresie diagnostyki stanu narzędzia i procesu skrawania

- Wielkości fizyczne i ich miary wykorzystywane w procesie skrawania,
- Zaawansowane metody obróbki sygnałów w DNiPS
- Strategie diagnostyki zużycia ostrza,
- Strategie diagnostyki katastroficznego stępienia ostrza,
- Czujniki stosowane w DNiPS,
- Komercyjne układy DNiPS

ZB 2.3 Układy diagnostyki stanu narzędzia i procesu skrawania dla przemysłu lotniczego

2.3.2 Identyfikacja stanowisk produkcyjnych do diagnozowanie stanu narzędzia i procesu obróbki

Wskazanie przez przemysł stanowisk produkcyjnych na których występują problemy

- Występowanie KSO
 - Uszkodzenia detalu spowodowane nadmiernym zużyciem ostrza
 - Przekroczenie tolerancji wymiarowych
 - Nieodpowiednia jakość powierzchni
 - Odształcenia detali
1. Występowanie drgań samowzbudnych
 2. Inne

Określenie możliwości diagnostyki wytypowanych problemów na danym stanowisku -
Możliwość komunikacji układem sterowania obrabiarki i instalacji czujników (dokumentacja obrabiarki, zakres ingerencji w obrabiarkę)

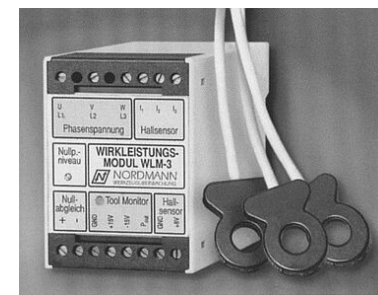
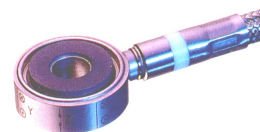
Opracowanie metodyki wykorzystanie układu diagnostycznego

1. Zadania i sposób komunikacji operatora obrabiarki z układem diagnostycznym
2. Komunikacja z systemem kontroli jakości
3. Komunikacja z systemem sterowania obrabiarki

ZB 2.3 Układy diagnostyki stanu narzędzia i procesu skrawania dla przemysłu lotniczego

2.3.3 Dobór metody diagnostycznej i odpowiednich czujników, mierzących wybrane wielkości fizyczne oraz opracowanie, instalacja i testowanie torów pomiarowych działających w warunkach produkcyjnych, możliwie bezobsługowo

- Dobór metody diagnostycznej bezpośredniej lub pośredniej
- Dobór czujników (sondy pomiarowe, czujniki siły, mocy, emisji akustycznej, drgań)
- Instalacja czujników i całych torów pomiarowych na obrabiarce
- Podłączenie torów pomiarowych do systemu akwizycji danych
- Podłączenie układu sterowania obrabiarki do systemu akwizycji danych
- Testowanie układu pomiarowego i redukcja zakłóceń



ZB 2.3 Układy diagnostyki stanu narzędzia i procesu skrawania dla przemysłu lotniczego



2.3.4 Badania doświadczalne zależności wybranych sygnałów diagnostycznych od stanu procesu skrawania

Badania zostaną wykonane na stanowisku produkcyjnym w trakcie produkcji

1. Rejestracja sygnałów z czujników
2. Rejestracja sygnałów z obrabiarki
3. Rejestracja wskazań operatora
4. Rejestracja pomiarów jakości wytworzonych detali

ZB 2.3 Układy diagnostyki stanu narzędzia i procesu skrawania dla przemysłu lotniczego

2.3.5 Analiza przydatności zbieranych sygnałów diagnostycznych na każdym z analizowanych stanowisk i redukcja torów pomiarowych do niezbędnego minimum

Analiza danych prowadzona będzie poza stanowiskiem produkcyjnym

- Wyznaczenie miar z sygnałów diagnostycznych
 - Miary statystyczne (wartość średnia, wariancja i inne)
 - Zaawansowane metody analizy szeregów czasowych (transformata falkowa, Wigner'a-Ville'a, Hilbert'a-huang'a i inne)
- Określenie przydatności uzyskanych miar do celów diagnostycznych

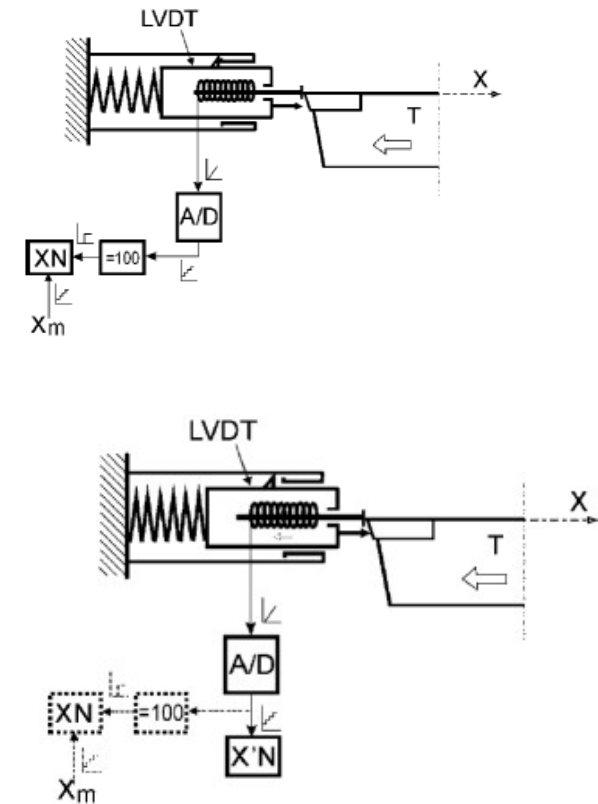
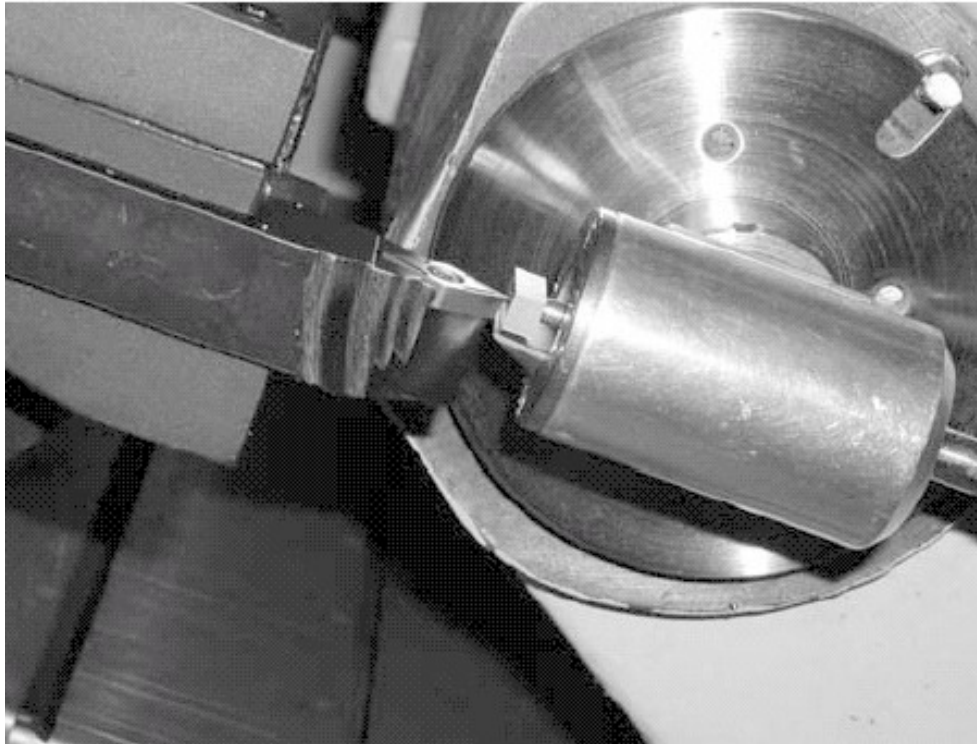
1. Eliminacja zbędnych czujników

2.3.6 Optymalizacja procedur pomocniczych układu nadzoru stanu narzędzia

1. wykrywania skrawania oparta na wielu miarach sygnałów diagnostycznych
2. Wyboru strategii w zależności od obróbki
3. Wyboru fragmentów sygnału do wyznaczania miar
4. Autodiagnostyki układu
5. inne

ZB 2.3 Układy diagnostyki stanu narzędzia i procesu skrawania dla przemysłu lotniczego

2.3.7 Budowa sondy narzędziowej z funkcją pomiaru zużycia ostrza



ZB 2.3 Układy diagnostyki stanu narzędzia i procesu skrawania dla przemysłu lotniczego



2.3.8 Zastosowanie metod wizyjnych do diagnostyki stanu narzędzia

Opracowanie układu wizyjnej automatycznej oceny stanu narzędzia
(poziomu zużycia, wykrywanie wyruszeń wyłamań)

1. Opracowanie metody wykonywania zdjęć narzędzia
 - Dobór kamery i jej osprzętu
 - Opracowanie adaptacyjnego układu oświetlenia
1. Opracowanie algorytmu określania stanu narzędzia na podstawie obrazu oraz zapisanie go w języku Labview
2. Instalacja kamery na obrabiarce i jej test w trakcie rzeczywistej obróbki

ZB 2.3 Układy diagnostyki stanu narzędzia i procesu skrawania dla przemysłu lotniczego

2.3.9 Opracowanie metod automatycznej selekcji miar sygnałów diagnostycznych oraz integracji ich wskazań

1. Strategia diagnostyki zużycia ostrza dla obróbki seryjnej

- Opracowanie optymalnego dla danej metody integracji sygnałów wskaźnika powiązania miary ze stanem narzędzia
- Optymalizacja progu wartości tego wskaźnika określającego przydatność dla systemu diagnostyki
- Opracowanie algorytmu integracji miar: algorytm hierarchiczny, sieci neuronowe, logika rozmyta, algorytm hybrydowy (połączenie powyższych, inne)

1. Strategia diagnostyki KSO

- Toczenie wiercenie – algorytmy oparte na wykryciu zmiany poziomu miary związanego z wystąpieniem KSO algorytmy progowe, sieci neuronowe, logika rozmyta i inne
- Frezowanie – algorytmy oparte na wykryciu zmiany poziomu miary w czasie przejść kolejnych ostrzy narzędzia autokorelacja, sieci neuronowe i inne

ZB 2.3 Układy diagnostyki stanu narzędzia i procesu skrawania dla przemysłu lotniczego

2.3.10 Opracowanie strategii diagnostyki zużycia ostrza dla produkcji jednostkowej przy założeniu niezmienności materiału obrabianego

Opracowany zostaną dwa algorytmy diagnostyki zużycia ostrza dla obróbki jednostkowej

1. Algorytm oparty na miarach niezależnych od parametrów skrawania - jak dotąd nie znaleziono takich niezawodnych miar
2. Algorytm oparty na miarach zależnych od parametrów skrawania – na pewno możliwy do realizacji jednak wymaga uczenia długiego lub zakłócającego cykl produkcyjny

2.3.11 Opracowanie metod komunikacji układów diagnostycznych z układami sterowania

Opracowanie metody przesyłania z układu sterowania obrabiarki do układu diagnostycznego informacji np. numer pracującego narzędzia, posuw, prędkość obrotowa oraz z układu diagnostycznego do układu sterowania informacji o stopie awaryjnym

ZB 2.3 Układy diagnostyki stanu narzędzia i procesu skrawania dla przemysłu lotniczego

2.3.12 Opracowanie i testowanie wirtualnych układów ADONiS

- Układy Automatycznej Diagnostyki Ostrzy Narzędzi Skrawających (ADONiS) będą przyrządami wirtualnymi, tj. programami języku Labview, pracującymi na komputerze PC z systemem operacyjnym Windows wyposażonym w kartę przetwornika A/C i współpracującymi z czujnikami zainstalowanymi na obrabiarce oraz układem sterowania obrabiarki
- Testowanie układu będzie wykonywane z wykorzystaniem danych rejestrowanych w czasie badań doświadczalnych przy zastosowaniu wirtualnej obrabiarki

2.3.13 Zbudowanie i testowanie hardware'owych układów ADONiS

- Jednostka centralna – komputer przemysłowy systemem czasu rzeczywistego i kartą DAQ
- Panel sterowania – przemysłowy komputer panelowy
- Oprogramowanie – bezpośrednie uruchomienia oprogramowania napisanego w języku labview

ZB 2.3 Układy diagnostyki stanu narzędzia i procesu skrawania dla przemysłu lotniczego

Potencjał techniczny - Politechnika Warszawska

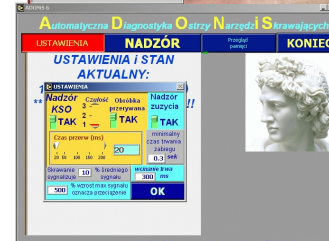
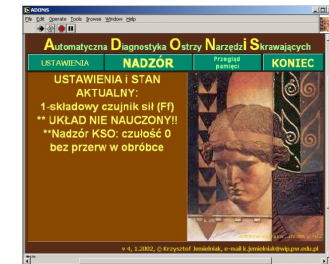
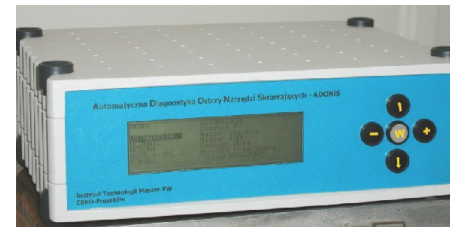
Szereg obrabiarek zarówno konwencjonalnych jak sterowanych numerycznie...



Liczne czujniki sił skrawania, drgań, emisji akustycznej, dźwięku, przemieszczeń, temperatury, wraz z oprogramowaniem do analizy badanych zjawisk



Prototypy układów nadzoru stanu narzędzia w wersji sprzętowej i wirtualnej



ZB2 Modelowanie, konstruowanie i kontrolowanie procesu HSM z uwzględnieniem skonfigurowanego układu maszyna-przyrząd-detali

Zakupu aparatury		Wniosek	Obecnie
uniwersalny siłomierz płytowy	2.3	110 600	170 000
siłomierz tokarski do mocowania w gnieździe	2.3	73 700	150 000
przemysłowe czujniki sił, mocy, drgań i emisji akustycznej	2.3	79 300	67 900
bezwładnościowy czujnik momentu skręcającego	2.3	73 700	
minidynamometr frezarski	2.3	73 700	
czujniki przemieszczeń liniowych i inne elementy do budowy sond	2.3	20 400	14 000
zestaw do badania charakterystyk dynamicznych obrabiarki	2.2	20 400	20 400
wizyjne systemy	2.3	37 700	28 000
zestaw czujników do badań błędnych ruchów	2.2	90 100	90 100
układ pomiaru i sterowania adaptacyjnego	2.1	40 900	40 900
wibrometr laserowy	2.2	98 300	98 300
Elementy do budowy układu ADONiS i wirtualnej obrabiarki	2.3		32 500
wysokoobrotowe centrum obróbkowe	5.2	225 000	
przenośny system DAQ	2		38 000
Interferometr laserowy	2.2		180 000
czujniki przemieszczeń liniowych i temperatury	2.2		14 000
suma		943 800	944 100
materiały i surowce	2.3	124 626	87 514
oprogramowanie LabVIEW	2.3	24 888	62 000
suma		149 514	149 514
usługi obce		413 794	413 794

ZB2 Modelowanie, konstruowanie i kontrolowanie procesu HSM z uwzględnieniem skonfigurowanego układu maszyna-przyrząd-detale

Potencjał kadrowy - Politechnika Warszawska

prof. dr hab. Krzysztof Jemielniak
dr inż. Dominika Śniegulska-Grądzka
dr inż. Sebastian Bombiński
dr inż. Jarek Chrzanowski
dr inż. Joanna Kossakowska

mgr inż. Mirosław Nejman
dr inż. Piotr Szulewski
dr inż. Radosław Morek
dr inż. Przemysław Oborski
mgr inż. Grzegorz Lis

mgr inż. Maciej Winiarski
mgr inż. Tomasz Urbański
mgr inż. Radosław Gościński
mgr inż. Rafał Wypysiński

Niektóre publikacje związane z tematyką zadania:

- Jemielniak, K., Bombiński, S., Aristimuno, P. X., Tool Condition Monitoring in Micromilling Based on Hierarchical Integration of Signal Measures, Annals of the CIRP 2008, 57, 1, 121-124
- Teti, R., Jawahir, I.S., Jemielniak, K., Segreto, T., Chen, S., Kossakowska, J., Chip Form Monitoring through Advanced Processing of Cutting Force Sensor Signals, Annals of the CIRP 2006, 55, 1, 75-80.
- Jemielniak, K., Bombiński, S., Hierarchical strategies in tool wear monitoring, Proc. IMechE Vol. 220 Part B: J. Engineering Manufacture, 2006, 220, No B3, 375-382.
- Jemielniak K., Tool wear monitoring based on a non-monotonic signal feature, Proc. IMechE Vol. 220 Part B: J. Engineering Manufacture, 2006, 220, No B2, 163-170.
- Chrzanowski J. „Bezpośredni pomiar naturalnego zużycia ostrza noża tokarskiego”, materiały konferencyjne MANUFACTURING'01 Współczesne problemy wytwarzania, tom 2 str. 143-151, Poznań 2001

Doświadczenie zdobyte w trakcie realizacji grantów:

2. Wieloparametrowa diagnostyka stanu narzędzia, Grant MEiN 4 T07D 032 30, Politechnika Warszawska, WIP, ITM, 2006-2009
3. MicroTechnologies for Re-launching European Machine Manufacturing SMEs, Project No. NMP2-CT-2005- 011795, Sixth EU Framework Programme, zadanie 2.3. "Monitoring and Control strategies and equipment", Politechnika Warszawska, WIP, ITM, 2005-2009
4. Podstawy budowy przemysłowych układów automatycznej diagnostyki stanu narzędzi skrawających, Grant KBN 8 T07D 019 20, 2001-2003,
5. Wykorzystanie sygnałów emisji akustycznej i sił skrawania do diagnostyki stanu narzędzia przy toczeniu, Grant KBN 7T07TD03410, 1996-1998,

ZB2 Modelowanie, konstruowanie i kontrolowanie procesu HSM z uwzględnieniem skonfigurowanego układu maszyna-przyrząd-detale

Potencjał kadrowy - Politechnika Warszawska

- dr hab. inż. Jan Burek, Prof. PRz
- mgr inż. Robert Babiarez
- mgr inż. Łukasz Żyłka
- mgr inż. Robert Ostrowski
- mgr inż. Jacek Misiura
- mgr Iwona Kalita
- mgr inż. Ryszard Rżany
- mgr inż. Marek Bujny,
- mgr inż. Jan Czochara
- mgr Wiesław Pieprzak

Wskaźnik produktu	Jedn. miary	2008	2009	2010	2011	2012	2013	RAZEM
Liczba pracowników naukowych zaangażowanych w realizację projektu (w tym kobiety)	osoby	6(2)	7(2)	8(2)	10(2)	8(2)	2(2)	14 (2)

W ramach projektu realizowane będą:

3 prace habilitacyjne

1 praca doktorska

2 prace magisterskie

Planowane jest opublikowanie wyników badań w renomowanych czasopismach krajowych i zagranicznych (np. Annals of the CIRP, Journal of Materials Processing Technology i in.) oraz na konferencjach naukowych

Uzgodnienia szczegółowego planu badań ZB2

Modelowanie, konstruowanie i kontrolowanie procesu HSM z uwzględnieniem skonfigurowanego układu maszyna-przyrząd-detail

Partnerzy:

- Politechnika Rzeszowska
- Politechnika Warszawska



Partnerzy przemysłowi ZB2

Już uzgodniona współpraca z

- WSK Rzeszów
- P&W Kalisz
- Ultratech Rzeszów
- PZL Mielec
-zapraszamy także innych partnerów 😊

**Uzgodniono rozpoczęcie badań u
partnerów przemysłowych w najbliższym
czasie**

Zadanie Badawcze 2

Modelowanie, konstruowanie i kontrolowanie procesu HSM z uwzględnieniem skonfigurowanego układu maszyna-przyrząd-detail

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak

Adres : ul. L. Narbutta 86, Gmach Stary Technologiczny, p. 107, 02-524
Warszawa,

Tel: (0-22) 849-03-73, Fax: (0-22) 849-02-85

E-mail: k.jemielniak@cim.pw.edu.pl

