

ZB 8 Plastyczne kształtowanie lotniczych stopów Al (w tym Al-Li) oraz Ti

Instytucje partnerskie w zadaniu:

Politechnika Częstochowska

Politechnika Lubelska

Politechnika Rzeszowska

Politechnika Śląska

Politechnika Warszawska

Liderzy merytoryczni:

Dr hab. inż. Romana Śliwa

Prof. dr hab. inż. Franciszek Grosman

Wskaźniki realizacji celów projektu w ramach ZB 8

Wskaźnik	Politechnika Czętochowska	Politechnik a Lubelska	Politechnika Rzeszowska	Politechnika Śląska	Politechnika Warszawska	Łącznie
Prace magisterskie	5	1	0	2	1	9
Prace doktorskie	0	1	1	1	0	3
Prace habilitacyjne	2	0	1	0	0	3
Publikacje	4	5	0	1	0	10
Referaty konferencyjne	1	3	0	1	0	5
Głoszenia patentowe	0	0	0	0	0	0

Stan realizacji zakupów

- Wyposażenie laboratoryjne
Politechnika Częstochowska
- **Zakupiono:** 2 zestawy komputerowe, licencje oprogramowania PamStamp2G i SYSWELD, blachy tytanowe Grade 2, Grade 4 i Grade 5 (w trakcie podpisywania umowy)
- **Niezgodności w realizacji Projektu ze strony Politechniki Częstochowskiej:** dodatkowo zakupiono oprogramowanie SYSWELD, po wyrażeniu zgody przez Koordynatora Projektu P.Rz. prof. R.Śliwę (uznano za celowy zakup licencji na oprogramowanie SYSWELD, ponieważ P.Cz. bierze udział również w zadaniu ZB15 dotyczącym spawania oraz z uwagi na zainteresowanie ze strony partnerów przemysłowych. Program umożliwi również wykorzystanie wyników obliczeń numerycznych spawania blach podczas symulacji procesu tłoczenia tzw. "tailor-welded blanks").
- **Politechnika Rzeszowska**
2 stanowisk do badania w procesie wyciskania i kucia (dotyczy PRz). Stanowisko do wyciskania jest w przygotowaniu : prasa w procesie przetargowym będzie dostarczona w II połowie 2010r.
W przetargu kupione elementy toru pomiarowego ze wskazanymi charakterystykami (służące do obsługi obu stanowisk: prasy pionowej (stanowisko gotowe, uruchamiane próby pilotazowe). Stanowisko z poziomą prasą pomiarowo gotowe - czekamy tylko na prasę.
Dokonano teoretycznego przygotowania do realizacji badań na obu stanowiskach,

Stan realizacji zakupów

- **Materiały i surowce**
Uruchomiono procedury przetargowe na materiały do badań (łącznie dla PRz, PŚI i PL wobec nieudanych zakupów z w ramach PZP w PL i PSI). Czekamy na dostawę
- **Usługi obce**
Dużym utrudnieniem, wydłużającym czas realizacji projektu, są obowiązujące procedury przetargowe. Szczególnie uciążliwe jest to w przypadku niewielkich wartości świadczonych usług
- **Opracowania ekspertyzowe**
Wyjaśnienia wymaga forma zlecenia opracowań ekspertyzowych skierowanych do specjalistów zatrudnionych w zakładach Doliny Lotniczej.

Efekty realizacji za I i II półrocze 2009 r.

Politechnika Częstochowska

Dodatkowo zakupiono oprogramowanie SYSWELD, po wyrażeniu zgody przez Koordynatora Projektu P.Rz. prof. R.Śliwę . Uznano za celowy zakup licencji na oprogramowanie SYSWELD, ponieważ P.Cz. bierze udział również w zadaniu ZB15 dotyczącym spawania oraz z uwagi na zainteresowanie ze strony partnerów przemysłowych

- **Politechnika Lubelska**

Efekty zgodne z planem

- **Politechnika Rzeszowska**

W obszarze finansowym i rzeczowym - tylko ogólne stwierdzenie, że nadrobienie prac w 2010 roku oraz wydłużenie projektu do końca 2013.

- **Politechnika Śląska**

Efekty zgodne z planem

- **Politechnika Warszawska**

Efekty zgodne z planem



Wnioski z dotychczasowego przebiegu realizacji prac

Politechnika Częstochowska

- Wstępnie przeprowadzone symulacje numeryczne procesu gięcia i wykrawania elementów tytanowych oraz weryfikacje doświadczalne miały na celu określenie stanu naprężenia i odkształcenia w kształtowanych elementach oraz określenie wpływu wybranych parametrów kształtowania na przebieg procesu. Wyniki symulacji numerycznych będą stanowiły podstawę przy opracowywaniu procesów technologicznych kształtowania elementów tytanowych.
- W dalszym etapie badań analiza numeryczna będzie prowadzona na blachach tytanowych. Dalsze prowadzenie badań w tym zakresie wydaje się być zasadne, gdyż partnerzy przemysłowi (WSK Rzeszów) zgłosili problem z kształtowaniem elementów z blach tytanowych.
- Dotychczasowe symulacje numeryczne były prowadzone w oparciu o program ADINA oparty na MES. W miesiącu listopadzie zostanie sfinalizowany zakup profesjonalnego programu PAMStamp do symulacji procesów tłoczenia blach i dalsze symulacje numeryczne będą prowadzone w oparciu o ten program.

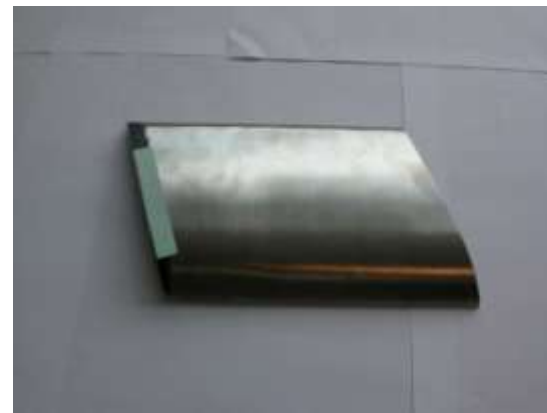
Wnioski z dotychczasowego przebiegu realizacji prac

- Politechnika Częstochowska



- Układy hydrauliczne z rur tytanowych

Przyszłe zastosowanie wyników



- Obudowy z blach tytanowych

Wnioski z dotychczasowego przebiegu realizacji prac

Politechnika Lubelska

Analiza rodzaju elementów możliwych do wytwarzania metodami obróbki plastycznej wskazała, że najczęściej części jest typu wspornik i dźwignia. Z pozostałych części można wyróżnić kształty typu: korpus, wałek, obejmą, łącznik, złączka kątowa, wręga, tuleja, kolanko, zaczep, gniazdo, końcówka, płyta, rączka, nakrętka, ramię, pierścień, zacisk, przegub kulowy. Występują również elementy typu: końcówka widełkowa, czasza, kardan, piasta, kosz, jarzmo, wahacz, rękojeść, okucie, kołnierz.

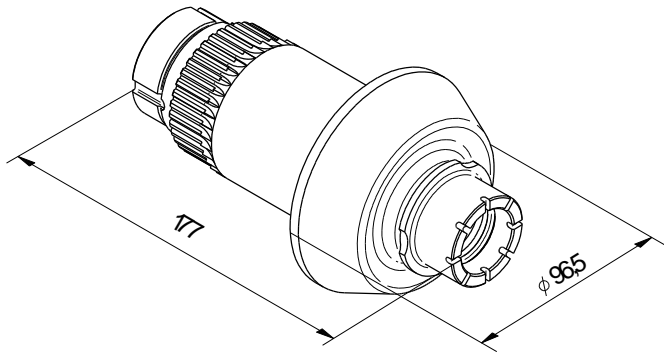
Rozważania teoretyczne potwierdziły, że zarówno zastosowanie kucia matrycowego na młocie jak też walcowania poprzeczno-klinowego pozwala uzyskać prawidłową odkuwkę wałka napędzającego ze stopu tytanu Ti-6Al-4V. Analiza zużycia materiału wykazała, że najlepsze efekty osiągnięto w procesie kucia matrycowego na młocie. Zużycie materiału jest ponad dwukrotnie mniejsze niż przy zastosowaniu tylko obróbki skrawaniem. W procesie WPK straty są nieco większe niż w przypadku kucia matrycowego. Należy jednak podkreślić, że technologia WPK jest mniej pracochłonna.

W kolejnym etapie badań wykonane zostaną analizy możliwości kształtowania wałka z wsadu drążonego, co pozwoli radykalnie zmniejszyć straty materiałowe.

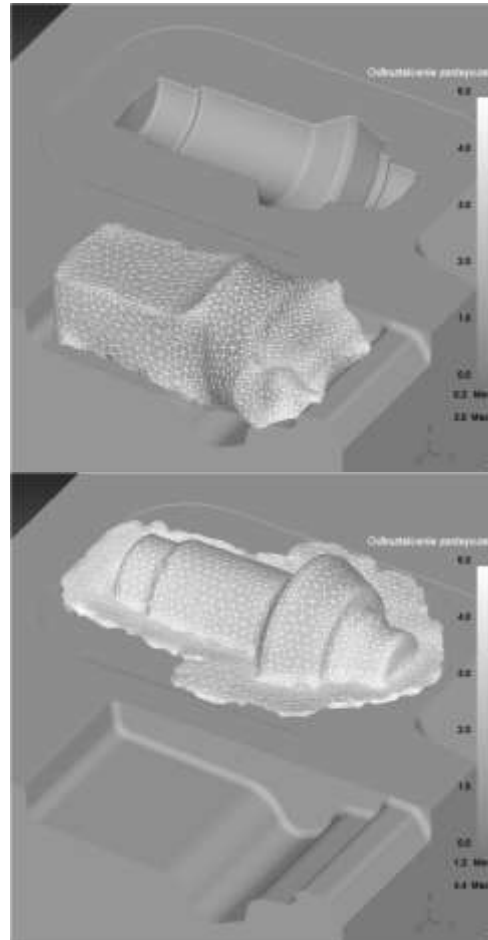
Wnioski z dotychczasowego przebiegu realizacji prac Politechnika Lubelska

Analiza metod kształtowania wałka ze stopu Ti-6Al-4V (2)

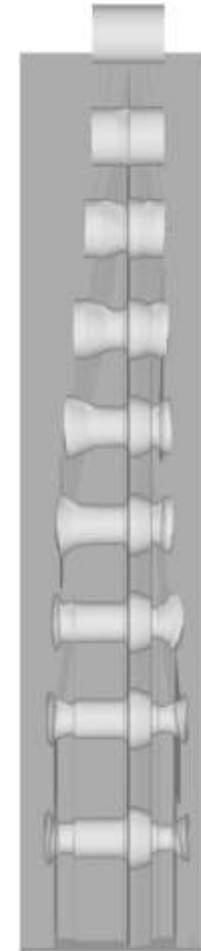
Przykładowe wyniki



Wałek napędzający



Kolejne fazy procesu kucia na młocie: a) koniec 4 uderzenia w wykroju rolującym, b) koniec procesu kucia



Progresja kształtu odkuwki podczas walcowania



Wnioski z dotychczasowego przebiegu realizacji prac

Politechnika Śląska

- Nowa metoda wytwarzania elementów i pokryć integralnych w procesach kształtowania plastycznego

Kształtowanie segmentowe

- Proces kształtowania segmentowego polega na wykonywaniu wgłębień o dużej powierzchni i głębokości poprzez sumowanie wgłębień pojedynczych segmentów o małej powierzchni nacisku oraz małym pojedynczym wgłębieniu.



Wnioski z dotychczasowego przebiegu realizacji prac

Politechnika Warszawska

- W ramach prac teoretycznych dokonano oceny możliwości wytwarzania elementów ze stopów lotniczych z wykorzystaniem technologii kształtowania z dużymi prędkościami. W szczególności analizowano proces wyciskania hydrostatycznego oraz łączenia i kształtowania metodą wybuchową.
- Stwierdzono, że wyciskanie hydrostatyczne jest atrakcyjne z punktu widzenia aplikacyjnego, ze względu na możliwość jednoczesnego kształtowania elementów oraz ich mikrostruktury lotniczych stopów aluminium i tytanu.
- Zaproponowana metoda wyciskania hydrostatycznego pozwoli na uzyskanie elementów ze stopów Ti6Al4V oraz Al-Li o lepszej kombinacji właściwości wytrzymałościowych i plastyczności w porównaniu do obecnie dostępnych wytwarzanych konwencjonalnymi technikami.
- Zastosowanie technik wybuchowych umożliwi otrzymanie wysokiej jakości złączy metali i ich stopów do zastosowań lotniczych trudnych do uzyskania innymi metodami.

Wnioski z dotychczasowego przebiegu realizacji prac

Politechnika Warszawska

Potencjalne przyszłe zastosowanie:

- wyciskanie hydrostatyczne (HE) – elementy przewodów paliwowych
- łączenie metodą wybuchową – elementy Mixera



Przewody paliwowe



Mixer wyprodukowany w WSK Rzeszów

Główne wnioski z wizyt studyjnych w przedsiębiorstwach Doliny Lotniczej

Wizyty studyjne zostały zrealizowane w następujących zakładach:

- WSK Rzeszów
- PZL Świdnik
- PZL Mielec
- Pratt&Whitney Kalisz
- Ultratech

Wnioski jakie się nasuwają są następujące:

- Zakłady są bardzo zainteresowane wprowadzaniem innowacyjnych technologii
- Istnieje zapotrzebowanie na wprowadzenia nowych technologii i modernizację bazy produkcyjnej
- Konieczne jest nawiązanie ściślejszych kontaktów i wytypowanie wyrobów na których skoncentrowane będą dalsze prace
- Należałoby zorganizować system szkolenia dla pracowników przemysłu w zakresie zastosowania modelowania i symulacji komputerowej procesów technologicznych

Propozycje rozwiązań technologicznych do dyskusji z przedstawicielami przemysłu

Politechnika Częstochowska

- Jakie są możliwości zastosowania innych stopów tytanu oprócz stopu Ti6Al4V na elementy tłoczone (np. w kontekście przedstawianego na konferencji "Supply on the wings", 3rd November 2009 Frankfurtie stopu tytanu ATI 425)
- Wykorzystanie możliwości oprogramowania PAMStamp 2G (zakupionego przez Politechnikę Częstochowską w ramach Projektu) przy opracowywaniu technologii tłoczenia nowych elementów

Propozycje rozwiązań technologicznych do dyskusji z przedstawicielami przemysłu

Politechnika Lubelska

- Wprowadzenie odkuwek ze stopów Al i Ti jako półfabrykaty do produkcji części wykonywanych obecnie tylko metodami obróbki skrawaniem.
- Zamiana wybranych części stalowych na odkuwki ze stopów Al i Ti.
- Zastosowanie technologii walcowania poprzeczno-klinowego odkuwek osiowosymetrycznych stopniowanych ze stopu aluminium 2618 do produkcji elementów lotniczych.
- Zastosowanie technologii walcowania poprzeczno-klinowego odkuwki wałka napędzającego ze stopu tytanu Ti-6Al-4V.
- Zastosowanie procesu wywijania kołnierzy w trójswakowej prasie kuźniczej do produkcji wałów drażonych ze skrajnymi kołnierzami.

Propozycje rozwiązań technologicznych do dyskusji z przedstawicielami przemysłu

Politechnika Śląska

Ustalenie zakresu zastosowania nowej technologii (kształtowania segmentowego) do wykonywania elementów i pokryć integralnych. Wytypowanie grup elementów samolotowych ze stopów Al i Ti, charakteryzujących się podobieństwem kształtu, które można efektywnie wytwarzać metodą kształtowania segmentowego.

Politechnika Warszawska

Ustalenie zapotrzebowania na elementy samolotów wytwarzanych metodami kształtowania wybuchowego i wyciskania hydrostatycznego

Główne wnioski

1. Analiza części wykonywanych ze stopów Al i Ti w warunkach przemysłowych wykazała, że materiały te są szeroko wykorzystywane w lotnictwie. Bardzo duża grupa elementów może być wykonywana metodami kształtowania plastycznego.
2. Na podstawie analiz teoretycznych i wizyt studyjnych stwierdzono, że zaproponowane w zadaniu nowe metody kształtowania plastycznego mogą być efektywnie zastosowane do produkcji dużej grupy wyrobów – niezbędne jest jednak wykonanie weryfikacji doświadczalnej.
3. Na podstawie badań doświadczalnych stwierdzono, że możliwe jest zastąpienie dotychczas stosowanych stopów Al i Ti nowymi stopami, dzięki czemu powinno uzyskać się lepszą jakość i powtarzalność własności elementów stosowanych w lotnictwie.