



**INNOWACYJNA
GOSPODARKA**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



- **Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym”**

ZB8. Plastyczne kształtowanie lotniczych stopów Al oraz Ti

Liderzy merytoryczni:

Prof. Dr hab. Inż. Franciszek Grosman

Dr hab. inż. Romana Śliwa

Rzeszów 10 – 11.02.2009 r.

ZB8. Plastyczne kształtowanie
lotniczych stopów Al oraz Ti

Uszczegółowione plany badań (SPB)

Partnerzy uczestniczący w realizacji zadania badawczego:

Politechnika Częstochowska	Dobór smarów technologicznych i powłok antyadhezyjnych do procesu tłoczenia blach tytanowych i aluminiowych na podstawie tzw. próby przeciągania pasa blachy. Zastosowanie technologii tłoczenia.
Politechnika Lubelska	Na podstawie możliwości procesu kucia w trójsuwakowej prasie kuźniczej (TPK) oraz procesu walcowania poprzeczno-klinowego (WPK) zespół PL planuje opracowanie technologii kształtowania elementów samolotów ze stopów Al i Ti:
Politechnika Rzeszowska	Badania w zakresie charakteryzowania mikrostruktury i właściwości materiałów inżynierskich. Opracowanie technologii wyciskania i kształtowania z wykorzystaniem efektu nadplastyczności wyrobów ze stopów Ti i Al
Politechnika Śląska	Zastosowanie niekonwencjonalnych metod kształtowania objętościowego oraz kształtowania na zimno i w podwyższonych temperaturach powłok do opanowania technologii wytwarzania elementów samolotów ze stopów Al i Ti
Politechnika Warszawska	Badania w zakresie charakteryzowania mikrostruktury i właściwości nowoczesnych materiałów inżynierskich. Zastosowanie technologii wyciskania hydrostatycznego i kształtowania wybuchowego

ZB8. Plastyczne kształtowanie
lotniczych stopów Al oraz Ti



**INNOWACYJNA
GOSPODARKA**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI








UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Materiały przewidywane w zadaniu
badawczym:



-  Carbon Laminate
-  Carbon Sandwich
-  Fiberglass
-  Aluminum
-  Aluminum/Steel/Titanium Pylons

Aluminium

**Al – Cu 2XXX
series and Al – Zn 7XXX
series**

Zastosowania w
strukturach płatowcowych

Al–Li

Tytan

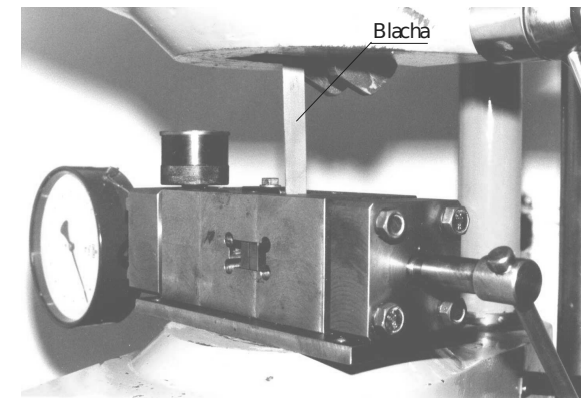
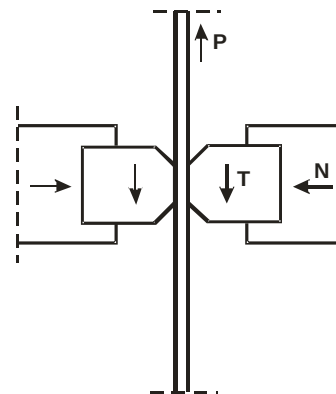
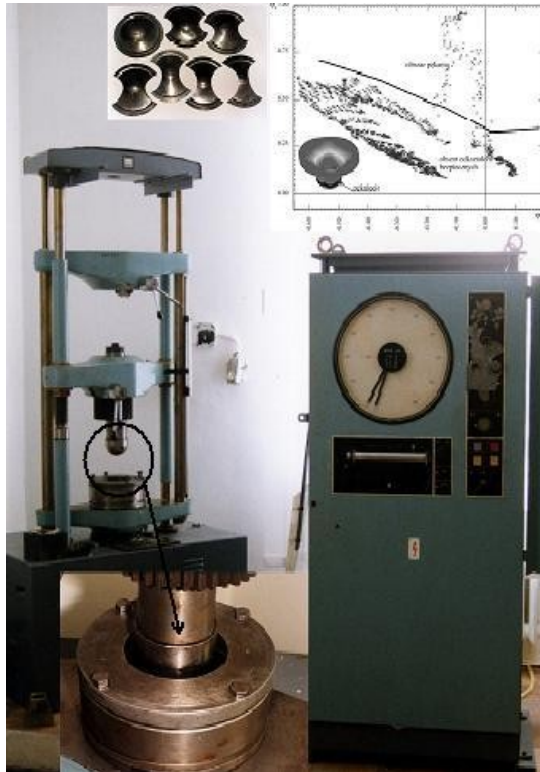
Zastępujący cięższą stal w
strukturach płatowcowych
oraz nadstopy w niskich
temperaturach.

Części turbin gazowych ;
zamiast stopów Al kiedy
temperatura jest zbyt
wysoka dla Al oraz kiedy
występuje problem
zmęczenia czy korozji.

ZB8. Plastyczne kształtowanie
lotniczych stopów Al oraz Ti

Politechnika Częstochowska

Potencjał techniczny



**Stanowisko do wyznaczania
Krzywych Odkształceń
Granicznych.**

**Stanowisko do wyznaczania
współczynnika tarcia w tzw. próbie
przeciągania pasa blachy
pomiędzy wkładkami
narzędziowymi; T - siła tarcia, N -
siła nacisku, P - siła ciągnięcia.**

ZB8. Plastyczne kształtowanie
lotniczych stopów Al oraz Ti



**INNOWACYJNA
GOSPODARKA**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Politechnika Częstochowska

Potencjał techniczny

Instytut Obróbki Plastycznej, Inżynierii Jakości i Bioinżynierii ma również laboratorium badania jakości smarów, wyposażone w urządzenia do pomiaru lepkości olejów i smarów, temperatury zapłonu i palenia itp. jak również stanowiska do badań tarciovo-zużyciowych np. aparat czterokulowy, tester „rolka-klocek”, „pin-on-disc”, tester do badania zużycia w ruchu posuwisto-zwrotnym, stanowisko do badań uderowych itp.

Politechnika Lubelska

Potencjał techniczny



Trójsuwakowa prasa kuźnicza TPK2



Laboratoryjna walcarka poprzeczno-klinowa LUW2

ZB8. Plastyczne kształtowanie
lotniczych stopów Al oraz Ti



**INNOWACYJNA
GOSPODARKA**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Politechnika Lubelska

Biorąc pod uwagę możliwości procesu kucia w trójsuwakowej prasie kuźniczej (TPK) oraz procesu walcowania poprzeczno-klinowego (WPK) zespół PL planuje opracowanie technologii kształtowania następującej grupy wyrobów ze stopów Al i Ti:

- odkuwki typu wały stopniowane pełne i drażone,
- odkuwki wydłużone posiadające przekroje różne od kołowego (kwadrat, owal, sześciokąt),
- odkuwki zwarte o złożonych kształtach,
- odkuwki z wieńcami zębatymi i ślimakami,
- odkuwki typu korbówód.

Wstępnie wytypowane zostały następujące gatunki materiałów:

a) stopy aluminium: EN-AW 7075, EN-AW 2014, AlCu2SiMn (brak oznaczenia numerycznego – gatunek krajowy), stopy Al-Li – na tym etapie bez wskazania konkretnego gatunku (w zależności od potrzeb),

b) stopy tytanu: Ti6Al4V, Ti6Al3Mo2Cr, Ti6Al5Mo5V1Cr1Fe.

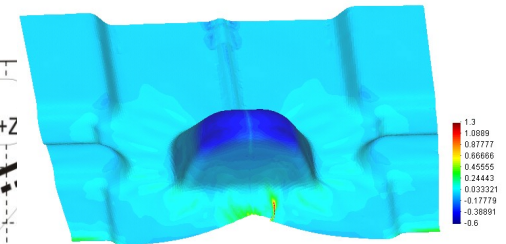
ZB8. Plastyczne kształtowanie
lotniczych stopów Al oraz Ti

Politechnika Śląska

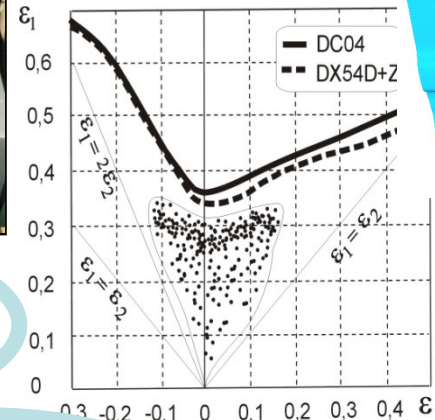
Potencjał techniczny

Ocena tłoczności – Badania procesu tłoczenia

Analiza odkształceń
lokalnych
na tle granicznej krzywej
tłoczenia



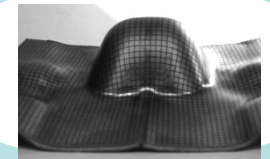
Wirtualna analiza
procesu tłoczenia



Właściwości
podstawowe

Graniczna
krzywa
tłoczenia

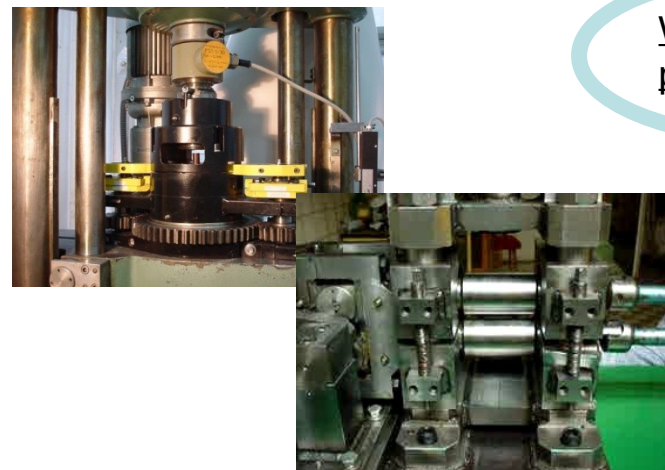
Wskaźniki prób
technologicznych



ZB8. Plastyczne kształtowanie
lotniczych stopów Al oraz Ti



Niekonwencjonalne
sposoby kształtowania





INNOWACYJNA
GOSPODARKA
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



STANOWISKO DO HYDROFORMINGU



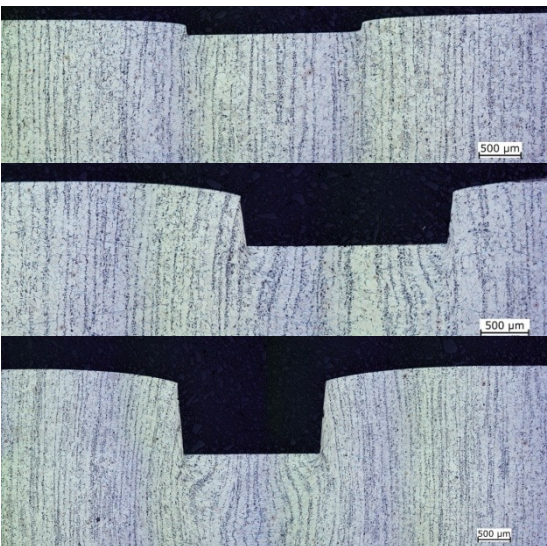
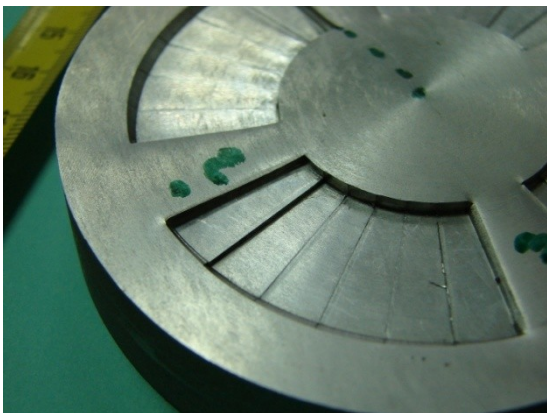
KARTA
POMIAROWA



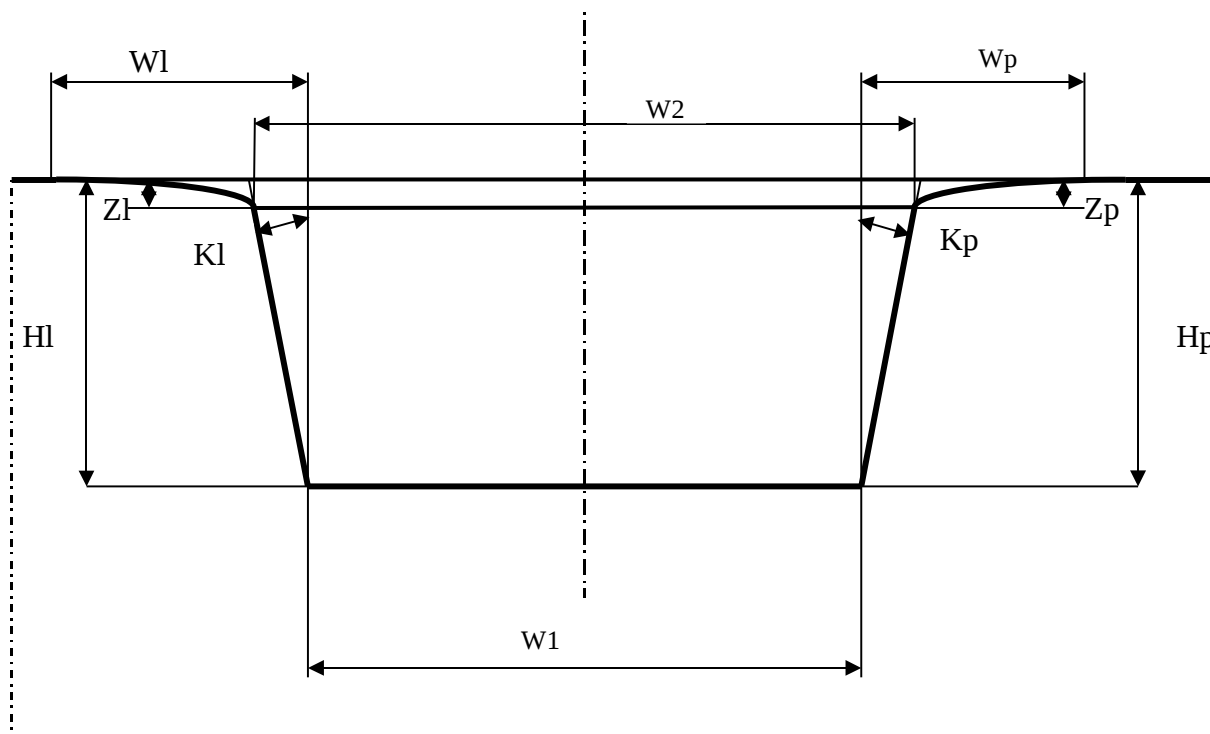
- Parametry techniczne
- Sterowanie ciśnieniem
- Pomiary i rejestracja

Politechnika Śląska

Potencjał techniczny



Kształtowanie segmentowe



ZB8. Plastyczne kształtowanie
lotniczych stopów Al oraz Ti



**INNOWACYJNA
GOSPODARKA**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Politechnika Rzeszowska

Potencjał techniczny

Wyposażenie laboratoryjne Katedry Przeróbki Plastycznej

- Maszyna wytrzymałościowa ze specjalistycznym oprzyrządowaniem.
- Wspomagane komputerowo urządzenie do wyznaczania krzywych umocnienia i współczynnika anizotropii plastycznej blach.
- Zestawy aparaturowe do pomiaru siły, przemieszczenia i temperatury.
- Walcarki i ciągaraki laboratoryjne,
- Prasa hydrauliczna PH100,
- Prasa hydrauliczna PVE10,
- Prasa z wahającą matrycą.
- Aparatura do pomiaru właściwości tworzyw sztucznych.
- Stanowiska do badań jakościowych rur z tworzyw sztucznych
- Wtryskarka do tworzyw CS-88/63.

ZB8. Plastyczne kształtowanie
lotniczych stopów Al oraz Ti



**INNOWACYJNA
GOSPODARKA**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



LABORATORIUM BADAŃ MATERIAŁÓW

DLA PRZEMYSŁU LOTNICZEGO



Zakres tematyczny badań naukowych
LABORATORIUM

Monokryształy
Kierunkowa krystalizacja

Powłoki żaroodporne
i żarowytrzymałe
(CVD)

Obróbka skrawaniem
z dużymi prędkościami
(HSM)

Charakteryzacja
materiałów

ZB8. Plastyczne kształtowanie
lotniczych stopów Al oraz Ti



**INNOWACYJNA
GOSPODARKA**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Politechnika Warszawska

Potencjał techniczny

Laboratorium Charakteryzowania Powierzchni

Aparatura będąca na wyposażeniu Laboratorium i przewidziana do wykorzystania w projekcie:

- High Resolution Scanning Auger Microprobe Microlab 350
- Atomic Force Microscope Nanoscope Multimode IIIA
- Hysitron
- urządzenie do badania topografii powierzchni

Politechnika Warszawska

Laboratorium Charakteryzowania Struktury Materiałów

Aparatura będąca na wyposażeniu Laboratorium umożliwia szczegółową charakterystykę mikrostruktury materiałów od skali mikrometrycznej do atomowej. Prowadzone badania w zakresie charakterystyki mikrostruktury obejmują:

- charakterystykę struktury dyslokacyjnej,
- ilościowy opis ziaren,
- charakterystykę granic ziaren;
- opis morfologii wydzieleni i cząstek drugiej fazy;
- obrazowanie struktury atomowej z wykorzystaniem wysokorozdzielczej mikroskopii elektronowej;
- identyfikację faz oraz określanie zależności krystalograficznych pomiędzy fazami;
- określanie orientacji próbki i dezorientacji ziaren;
- określanie struktury kryształów (grupy symetrii, parametrów struktury);
- analizę składu chemicznego w nano- i mikro-obszarach, mapowanie rozkładu pierwiastków;
- badania in-situ przemian mikrostruktury zachodzących podczas grzania, chłodzenia i rozciągania.

ZB8. Plastyczne kształtowanie
lotniczych stopów Al oraz Ti



INNOWACYJNA
GOSPODARKA
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Politechnika Warszawska

Laboratorium Badań Właściwości Mechanicznych

W Laboratorium badań mechanicznych prowadzone są wszechstronne badania właściwości mechanicznych materiałów w warunkach statycznych i dynamicznych.

Badania te obejmują;

- analizę właściwości mechanicznych materiałów w statycznej próbie rozciągania i ściskania;
- pomiary odporności na pękanie metodami KIC i JIC;
- charakterystykę właściwości zmęczeniowych w zakresie nisko- i wysokocyklowym;
- badania właściwości mechanicznych mikropróbek
- charakterystykę jednorodności odkształcenia plastycznego



**INNOWACYJNA
GOSPODARKA**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



PRZYKŁAD PROCESÓW ZGŁOSZONYCH PRZEZ ZAKŁADY PRZEMYSŁU LOTNICZEGO

PZL MIELEC Sp z o.o.:

- **Opracowanie technologii tłoczenia w podwyższonych temperaturach wybranych wytłoczek z blach tytanowych**
- **Kucie półswobodne elementów typu „wręga” i „wspornik” ze stopów aluminium**
- **Technologie kształtowania nadplastycznego**

WSK PZL Rzeszów:

- **Opracowanie technologii tłoczenia na zimno wybranych wytłoczek z blach tytanowych na elementy nośne kadłuba silnika lotniczego**
- **Opracowanie technologii walcowania na zimno wybranych wytłoczek z blach tytanowych na elementy nośne kadłuba silnika lotniczego**
- **Technologie wyciskania hydrostatycznego przewodów paliwowych**
- **Technologia kształtowania wybuchowego kadłuba wylotu turbiny (mikser)**

PZL Świdnik S.A.

- **Modernizacja technologii wytwarzania elementów typu korbówód ze stopów aluminium**
- **Opracowanie technologii wytwarzania długich osi ze skrajnymi zgrubieniami**
- **Opracowanie technologii wywijania obrzeży cienkościennych rur ze stopów aluminium**

ZB8. Plastyczne kształtowanie
lotniczych stopów Al oraz Ti



**INNOWACYJNA
GOSPODARKA**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Przykłady procesów wytwarzania stosowanych w PZL Mielec



ZB8. Plastyczne kształtowanie
lotniczych stopów Al oraz Ti



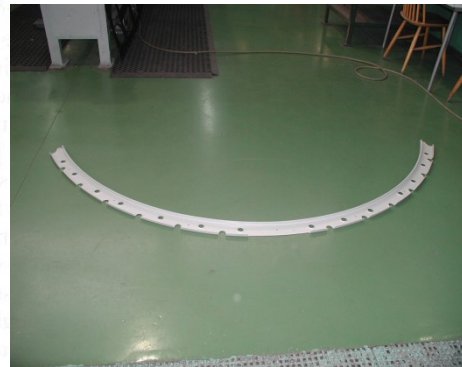
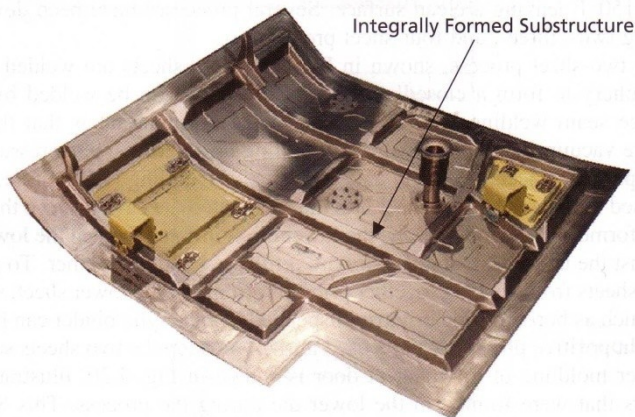
**INNOWACYJNA
GOSPODARKA**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



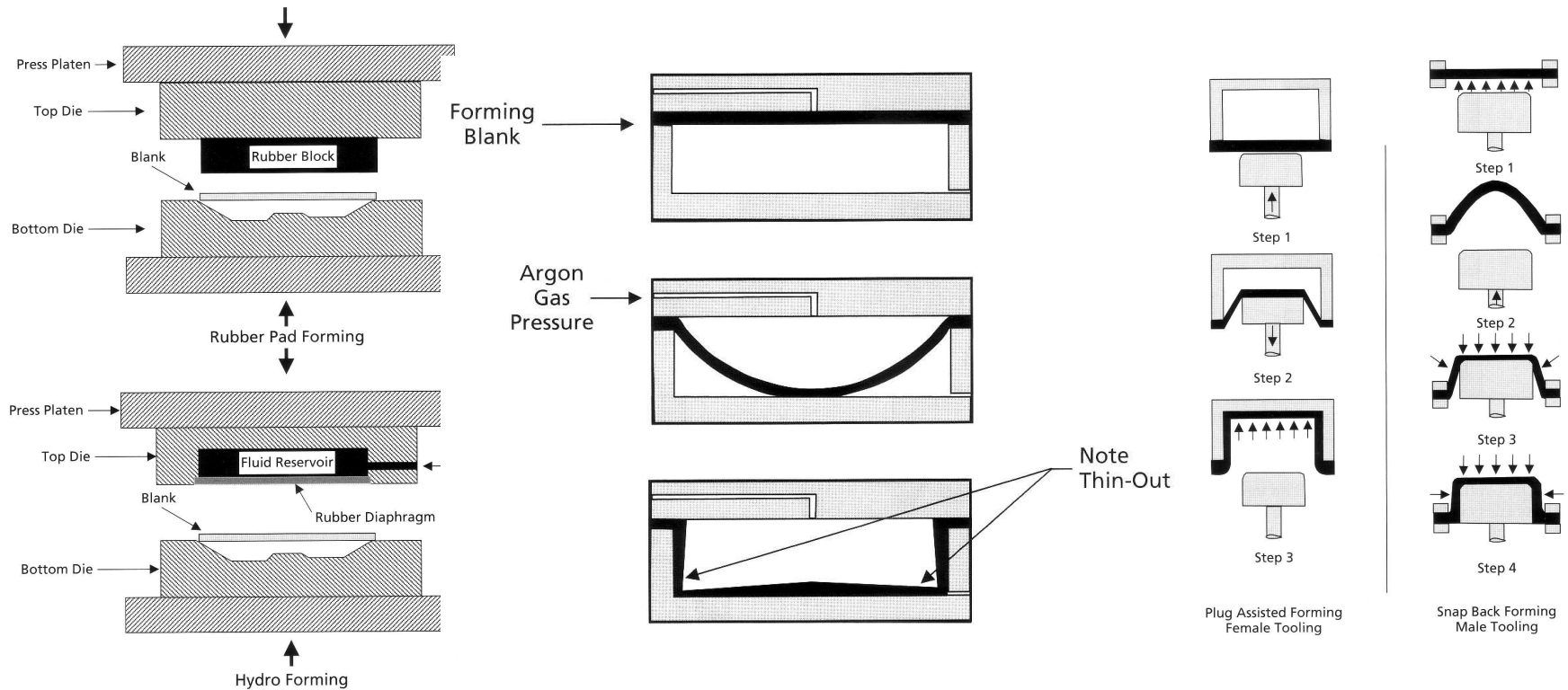
Typy elementów możliwych do wytworzenia w procesach obróbki plastycznej



ZB8. Plastyczne kształtowanie
lotniczych stopów Al oraz Ti



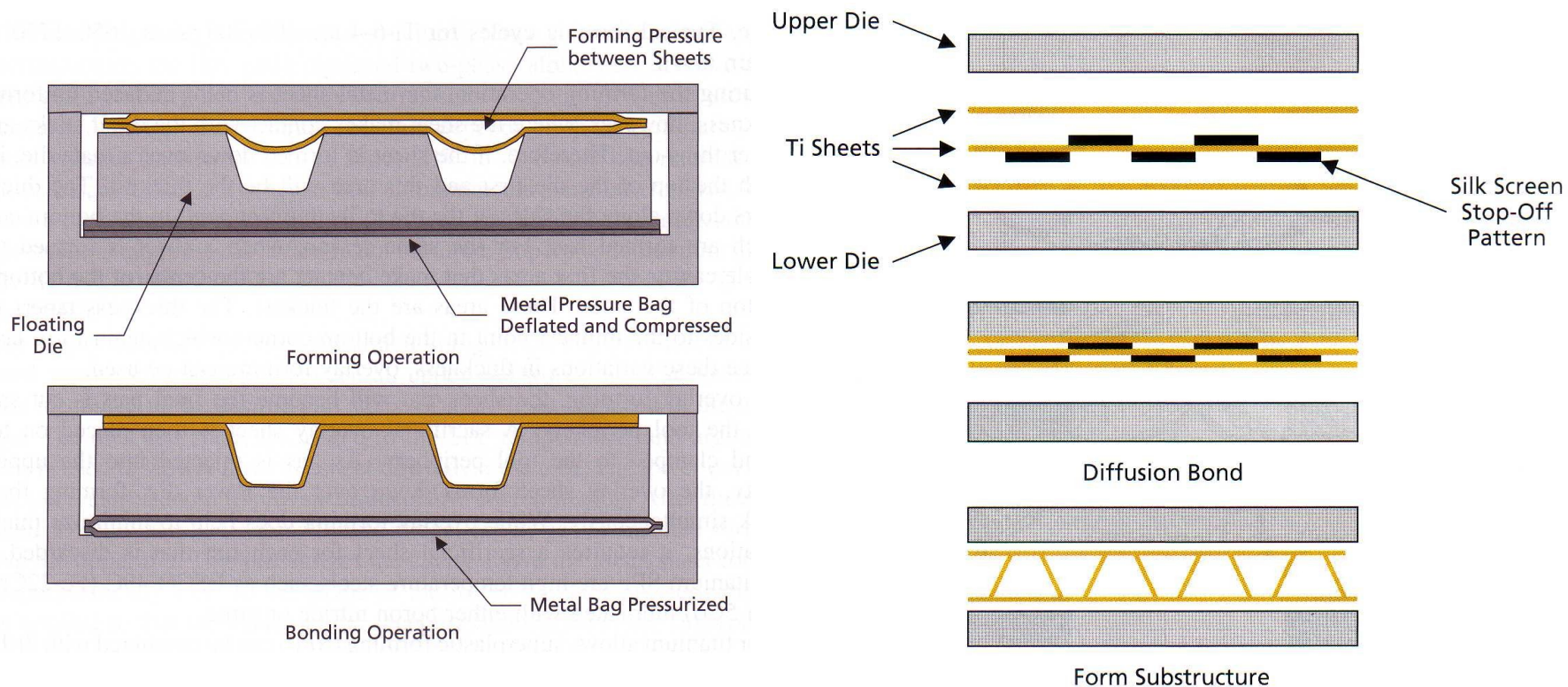
WAŻNE TECHNOLOGIE KSZTAŁTOWANIA PLASTYCZNEGO DO OPRACOWANIA I IMPLEMENTACJI



ZB8. Plastikne kształtowanie
lotniczych stopów Al oraz Ti



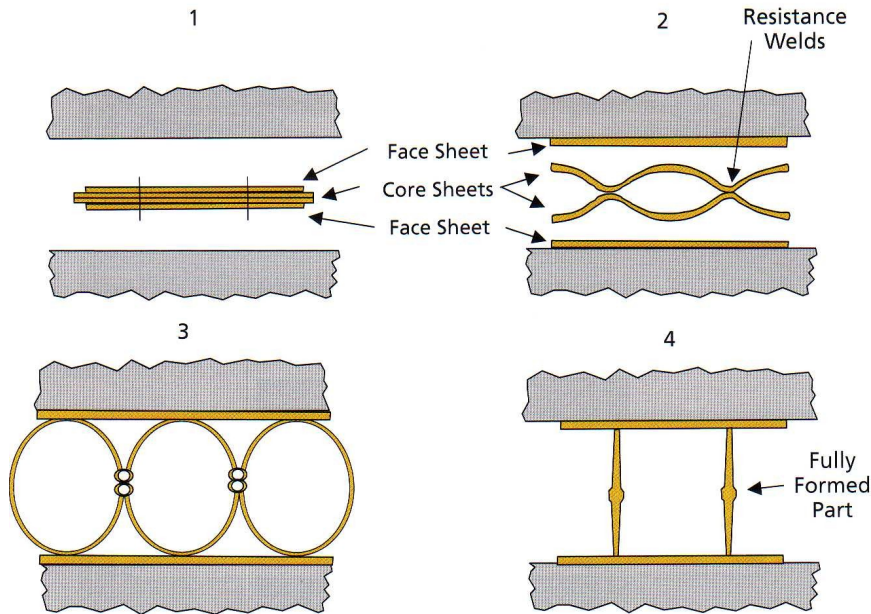
WAŻNE TECHNOLOGIE KSZTAŁTOWANIA PLASTYCZNEGO DO OPRACOWANIA I IMPLEMENTACJI



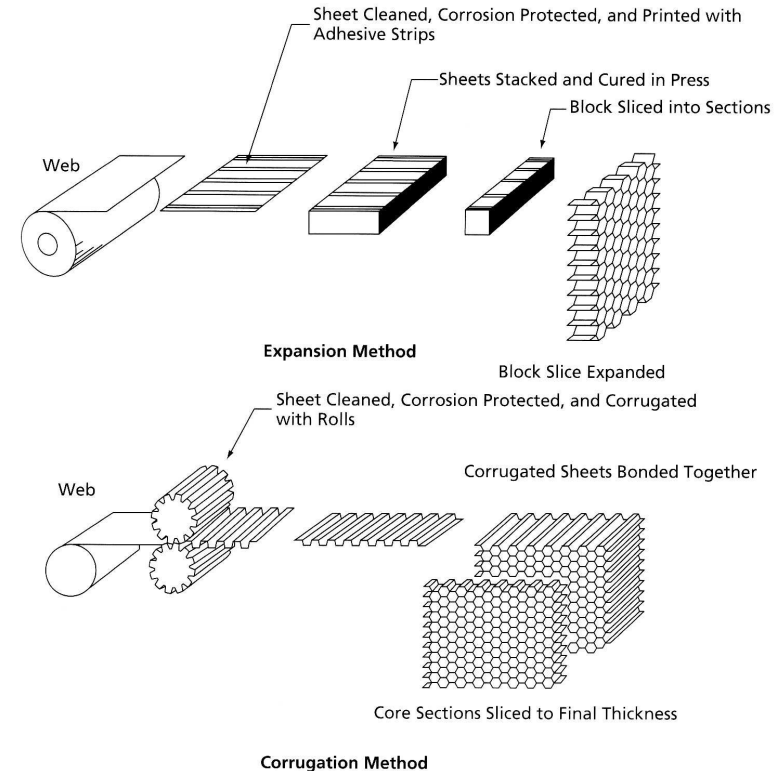
ZB8. Plastikne kształtowanie lotniczych stopów Al oraz Ti



WAŻNE TECHNOLOGIE KSZTAŁTOWANIA PLASTYCZNEGO DO OPRACOWANIA I IMPLEMENTACJI



Kształtowanie „struktur plastra miodu „



ZB8. Plastikne kształtowanie
lotniczych stopów Al oraz Ti



**INNOWACYJNA
GOSPODARKA**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



PRZYKŁAD PROCESÓW ZGŁOSZONYCH PRZEZ ZAKŁADY PRZEMYSŁU LOTNICZEGO

PZL MIELEC Sp z o.o.:

- **Opracowanie technologii tłoczenia w podwyższonych temperaturach wybranych wytłoczek z blach tytanowych**
- **Kucie półswobodne elementów typu „wręga” i „wspornik” ze stopów aluminium**
- **Technologie kształtowania nadplastycznego**

WSK PZL Rzeszów:

- **Opracowanie technologii tłoczenia na zimno wybranych wytłoczek z blach tytanowych na elementy nośne kadłuba silnika lotniczego**
- **Opracowanie technologii walcowania na zimno dla wybranych wytłoczek z blach tytanowych na elementy nośne kadłuba silnika lotniczego**
- **Technologie wyciskania hydrostatycznego przewodów paliwowych**
- **Technologia kształtowania wybuchowego kadłuba wylotu turbiny (mikser)**

PZL Świdnik S.A.

- **Modernizacja technologii wytwarzania elementów typu korbówód ze stopów aluminium**
- **Opracowanie technologii wytwarzania długich osi ze skrajnymi zgrubieniami**
- **Opracowanie technologii wywijania obrzeży cienkościennych rur ze stopów aluminium**

ZB8. Plastyczne kształtowanie
lotniczych stopów Al oraz Ti



**INNOWACYJNA
GOSPODARKA**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Dziękuję za uwagę