Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym
Modern material technologies in aerospace industry

INNOWACYJNA GOSPODARKA
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO

KONFERENCJA ROCZNA
Projektu Kluczowego
12-13 Grudnia 2011

ZB 7

Plastyczne kształtowanie stopów magnezu (kucie precyzyjne, tłoczenie, wyciskanie, itd.)
Plastic forming of magnesium alloys (precision forging, stamping, extrusion etc.)

Politechnika Śląska, Politechnika Rzeszowska, Politechnika Lubelska, Instytut Lotnictwa w Warszawie

Wyniki badań
Results

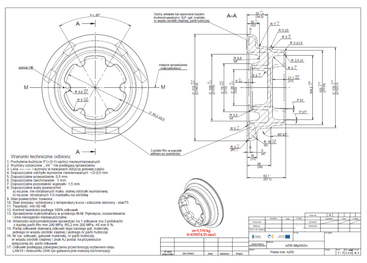
Zadanie 1

Opracowanie technologii kucia odkuwki piasty samolotowej ze stopu magnezu AZ80 oraz konstrukcja narzędzi do realizacji procesu

Working out of forging technology of plane hub forging from AZ80 magnesium alloy and tools desing for the process realisation

W ramach zadania na podstawie gotowej części piasty samolotowej zaprojektowanej przez Instytut Lotnictwa w Warszawie opracowano rysunek odkuwki oraz technologię kucia na młocie i prasie, a także skonstruowano narzędzia do realizacji procesu.

Within the scope of analysis, on the basis of finished plane hub part designed by Aviation Industry in Warsaw, a schema of forging and technology of forging on hammer and press were worked out, as well as tools for the process realization were manufactured.



Rys. 1. Rysunek odkuwki piasty ze stopu magnezu AZ80
Figure 1. Schema of a hub forging from magnesium alloy AZ80

Ramowy proces technologiczny składa się z następujących operacji:
1. cięcie materiału na wymiar fi100mm×93 mm,
2. nagrzewanie materiału wsadowego do temperatury początku kucia (410°C),
3. spęczanie i kucie wstępne z niedokuciem (spęczanie przewidziano na wysokość hs=85 mm)
4. w przypadku kucia na młocie operację należy wykonać używając 1÷5 uderzeń,
5. zaczyszczenie wad,
6. nagrzanie przedkuwki do temperatury początku kucia (410°C),
7. kucie w wykroju matrycującym (w przypadku kucia na młocie przyjęto użycie 2 uderzeń),
8. obróbka cieplna,
9. okrawanie,
10. kontrola ostateczna.

The main technological process consists of the following stages:
1. Material cutting to the dimension diameter100mmx93mm.
2. Billet heating to the temperature of forging beginning (410°C).
3. Upsetting and initial forging with unfilling (upsetting assumed at the height hs=85mm).
4. In the case of forging on hammer the operation should be made using 1-5 strokes.
5. Faults cleaning.
6. Preform heating to the temperature of forging beginning (410 °C).
7. Forging in a die impression (in the case of forging on hammer 2 strokes were assumed).
8. Heat treatment.
9. Trimming.
10. Final verification.

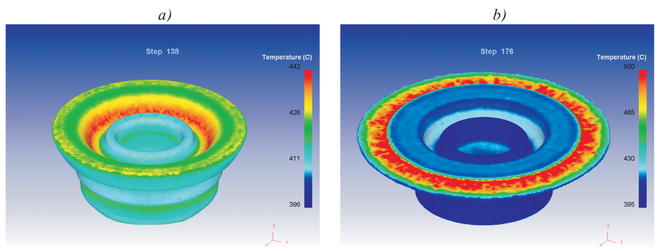
Zadania 2

Weryfikacja numeryczna technologii kucia odkuwki piasty ze stopu magnezu AZ80 oraz opracowanie wytycznych do przetargu na wykonanie prób przemysłowych

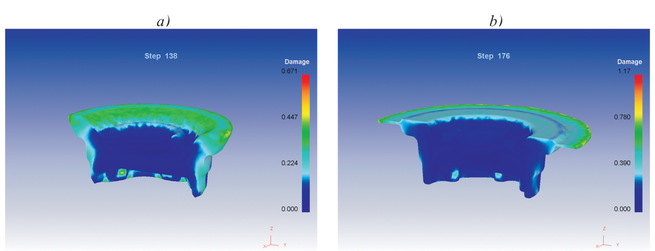
Numerical verification of forging technology of a hub from magnesium alloy AZ80 and working out of guidelines for tender for industrial testing

W ramach zadania przeprowadzono weryfikację teoretyczną zaprojektowanego procesu kucia na młocie i na prasie odkuwki piasty ze stopu AZ80. Na podstawie uzyskanych wyników uznano, że uzasadnione jest przeprowadzenie prób kucia w warunkach przemysłowych. Opracowano wytyczne i ogłoszono przetarg na wykonanie próbnej partii odkuwek. Obecnie, po rozstrzygnięciu przetargu, przygotowywane są próby kucia, które zostaną przeprowadzone jeszcze w 2011 roku.

Within the scope of analysis, theoretical verification of the designed forging process on hammer and in press of a hub forging from alloy AZ80 was made. On the basis of the obtained results it was decided that it is justified to conduct forging tests in industrial conditions. Guidelines were worked out and tender was announced for making of pre-production batch of forgings. At present, after tender settlement, forging tests are being prepared; they will be conducted still in 2011.



Rys. 2. Rozkład temperatur w odkuwce w końcowym etapie operacji kucia na prasie w wykroju: a) wstępnym, b) matrycującym
Figure 2. Temperatures distribution in a forging at the final stage of forging operation in press in impression: a) initial, b) die impression



Rys. 3. Rozkład wartości całki Cockrofta-Lathama w odkuwce w końcowym etapie kucia na prasie w wykroju: a) wstępnym, b) matrycującym
Figure 3. Distribution of Cockroft-Latham value at the final stage of forging in press in impression: a) initial b) die

Wnioski:

1. Oba analizowane procesy tj. kucie na młocie oraz kucie na prasie zapewniają uzyskanie wyrobu finalnego o prawidłowym kształcie.
2. Analiza kryterium zniszczenia Cockrofta-Lathama wykazała, że nie ma istotnych różnic pomiędzy rozkładem i wartością całki C-L w procesie kucia na młocie i na prasie.
3. Wyniki obliczeń dotyczących procesu kucia na młocie wskazują na występowanie obszarów w odkuwce o zbyt wysokiej temperaturze. Trudności w ocenie dokładności obliczeń (opis w tekście) narzucają konieczność sprawdzenia struktury i własności wytrzymałościowych w odkuwkach wykonanych w próbach przemysłowych.
4. Proces kucia na prasie charakteryzuje się korzystnym rozkładem temperatury. Nie zaobserwowano dużego wzrostu temperatury w objętości odkuwki, co świadczy o pewnej równowadze pomiędzy ciepłem generowanym wskutek tarcia i odkształcenia plastycznego a oddawanym na powierzchni kontaktu materiału odkształcanego z narzędziem i powietrzem.
5. Pozytywne rezultaty weryfikacji teoretycznej zaprojektowanej technologii uzasadniają celowość przeprowadzenia badań doświadczalnych dotyczących kucia matrycowego odkuwki piasty ze stopu AZ80.

Conclusions:

1. Both analyzed processes, i.e. forging on hammer and in press guarantee obtaining a finished product of an appropriate shape.
2. The analysis of Cockroft-Latham criterion showed that there are no crucial differences between distribution and C-L integral value in the forging process on hammer and in press.
3. Results of calculations concerning the forging process on hammer show the presence of areas with too high temperature in the forging. Difficulties in estimating the precision of calculations (description in the text) impose the necessity of structure and resistance qualities verification in forgings made in industrial tests.
4. Forging process in press is characterized by a favorable temperature distribution. High increase of temperature in the forging volume was not observed, which means that there exists equilibrium between the heat generated due to friction and plastic strain and the heat given up at the surface of contact of deformed material with tool and air.
5. Positive results of theoretical verification of the designed technology justify the purposefulness of conducting experimental research on die forging of a hub forging from alloy AZ80.

Zadanie 3

Opracowanie sposobów kucia wyrobów płaskich z jednym żebrem o zarysie kształtowym

Working out of forging processes of flat parts with one rib of a shape outline

W ramach zadania opracowano cztery nowe sposoby kształtowania użebrowanych wyrobów płaskich, różniących się kształtem zarysu żebra. Dokonano czterech zgłoszeń patentowych w tym zakresie:

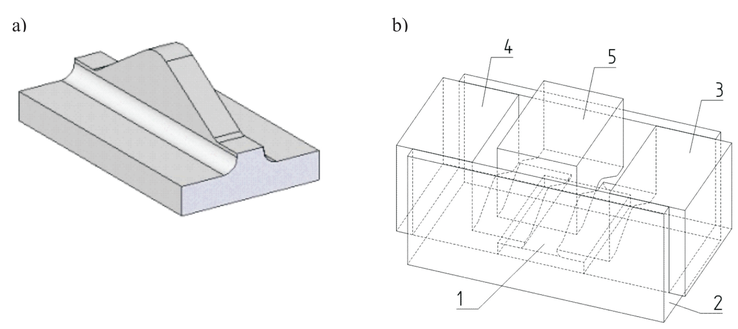
Within the scope of the analysis, four new ways of forming of ribbed, flat products, which differ in rib outline shape, were worked out. Four patent applications within this scope were made:

1. Gontarz Andrzej, Dziubińska Anna: Sposób kucia półfabrykatu, zwłaszcza do wytwarzania wyrobów płaskich z jednym żebrem o zarysie prostokątnym. Nr zgłoszenia P.395392, 21.06.2011.

2. Gontarz Andrzej, Dziubińska Anna: Sposób kucia półfabrykatu, zwłaszcza do wytwarzania wyrobów płaskich z jednym żebrem o zarysie falistym. Nr zgłoszenia P.395406, 22.06.2011.

3. Dziubińska Anna, Gontarz Andrzej: Sposób kucia półfabrykatu, zwłaszcza do wytwarzania wyrobów płaskich z jednym żebrem o zarysie półokrągłym. Nr zgłoszenia P.395407, 22.06.2011.

4. Dziubińska Anna, Gontarz Andrzej: Sposób kucia półfabrykatu, zwłaszcza do wytwarzania wyrobów płaskich z jednym żebrem o zarysie trójkątnym. Nr zgłoszenia P.395408, 22.06.2011.



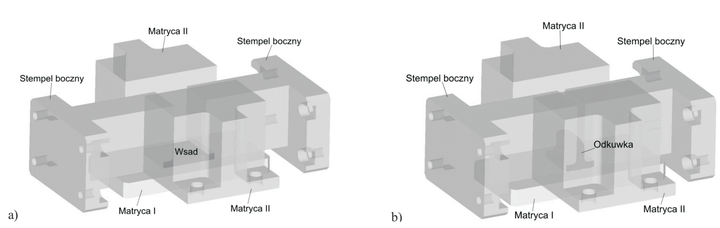
Rys. 4. Schemat procesu kształtowania wyrobu z jednym żebrem o zarysie trójkątnym: a) odkuwka, b) narzędzia
Figure 4. Schema of forming process of a part with one rib of triangle outline

Zadanie 4
Badania doświadczalne procesu kształtowania płaskich odkuwek użebrowanych ze stopu magnezu

Experimental research on forming process of flat forgings ribbed from magnesium alloy

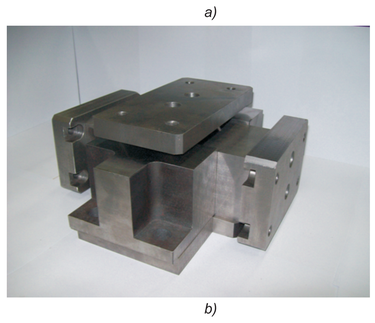
Na obecnym etapie realizacji zadania wykonano komplety narzędzi do kształtowania półswobodnego, w wykroju zamkniętym oraz wyrobu z żebrem o zarysie trójkątnym. Przeprowadzenie badań doświadczalnych zaplanowano na grudzień 2011 roku.

At present stage of the task realization, tools sets have been made for free forming in close impression and for forming of part with a rib with a triangle outline. Conducting of experimental research is planned in December 2011.

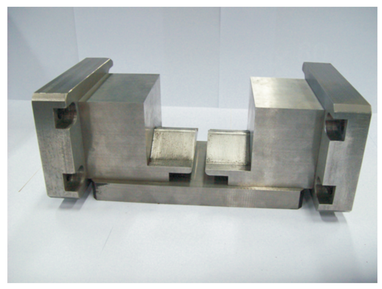


Rys. 5. Schemat kształtowania płyty z jednym żebrem w wykroju zamkniętym: a) początek procesu, b) koniec procesu
Figure 5. Schema of plane forming with one rib in closed impression: a) process beginning b) process end

a)



b)



Rys. 6. Przykładowy komplet narzędzi do kształtowania wyrobu z żebrem o zarysie trójkątnym: a) stemple boczne i płyta dolna, b) złożenie kompletu narzędzi
Figure 6 . Example of a tool set for forming of a part with a rib with a triangle outline: a) side stamps and bottom plane, b) tools set configuration

Wnioski
Conclusions

Obecnie trwają prace dotyczące wykonania odkuwek ze stopu AZ80: dźwigni i piasty koła, z których wykonane będą części poddane procedurze certyfikacji i wdrożenia do budowy samolotów. Próby kucia zostaną wykonane w Zakładzie Obróbki Plastycznej Sp. z o.o. w Świdniku.

At present, works are being conducted, concerning making of forgings from alloy AZ80: lever and wheel hub, from which parts will be manufactured, certified and implemented in plane construction. Forging test will be performed in Metal Forming Plant in Świdnik.

Przykłady zastosowania w lotnictwie
Examples of application in aviation

W przypadku pozytywnych wyników prób przemysłowych piasta przedstawiona na rys. 2 i 3 zostanie poddana certyfikacji, której celem jest dopuszczenie tej części do budowy małych samolotów.

Przykłady współpracy z przemysłem lotniczym
Collaboration with aviation industry

! Prowadzona jest współpraca z Zakładem Obróbki Plastycznej Sp. z o.o. m.in. w zakresie kucia odkuwki piasty ze stopu magnezu A80.

Wskaźniki realizacji celów projektu
Indicators of the project

Referaty

1. Gontarz A.: ***Kształtowanie skrajnych zgrubień w odkuwkach wydłużonych ze stopu magnezu***, XVIII Międzynarodowa Konferencja Forming 2011, 7-10 IX 2011, Trojanovice, Czechy

2. Dziubińska A., Gontarz A.: ***Analiza teoretyczna zjawisk ograniczających proces kształtowania odkuwki płaskiej z jednym żebrem***, IX Konferencja Naukowa OMIS 2011, 22-25 XI 2011, Łańcut

3. Gontarz A., Pater Z., Drozdowski K., Doleba R.: ***Technologia kucia matrycowego odkuwki dźwigni ze stopu magnezu AZ80***, IX Konferencja Naukowa OMIS 2011, 22-25 XI 2011, Łańcut

Publikacje

1. Gontarz A.: ***Kształtowanie skrajnych zgrubień w odkuwkach wydłużonych ze stopu magnezu Mg4AlZn***. Hutnik - Wiadomości Hutnicze, Nr 8, 2011, s. 598-602

Prace mgr, dr, hab.

Prace magisterskie obronione:

- Bulzak Tomasz: Analiza procesu prasowania obwiedniowego odkuwki pierścienia ze stopu magnezu gatunku AZ31. Opiekun pracy: dr inż. Grzegorz Samołyk (28.06.2011)
- Borkowski Piotr: Kształtowanie wyrobów płaskich z żebrami ze stopów magnezu. Opiekun pracy: dr hab. inż. Andrzej Gontarz (30.09.2011)

Prace doktorskie

Tytuł: ***Kształtowanie odkuwek płaskich z żebrami ze stopów magnezu***
Autor: Anna Dziubińska
Promotor: dr hab. inż. Andrzej Gontarz
Status: *W trakcie reazlizacji przygotowania do druku"*

Zgłoszenia patentowe

1. Gontarz Andrzej, Dziubińska Anna: Sposób kucia półfabrykatu, zwłaszcza do wytwarzania wyrobów płaskich z jednym żebrem o zarysie prostokątnym. Nr zgłoszenia P.395392, 21.06.2011.

2. Gontarz Andrzej, Dziubińska Anna: Sposób kucia półfabrykatu, zwłaszcza do wytwarzania wyrobów płaskich z jednym żebrem o zarysie falistym. Nr zgłoszenia P.395406, 22.06.2011.

3. Dziubińska Anna, Gontarz Andrzej: Sposób kucia półfabrykatu, zwłaszcza do wytwarzania wyrobów płaskich z jednym żebrem o zarysie półokrągłym. Nr zgłoszenia P.395407, 22.06.2011.

4. Dziubińska Anna, Gontarz Andrzej: Sposób kucia półfabrykatu, zwłaszcza do wytwarzania wyrobów płaskich z jednym żebrem o zarysie trójkątnym. Nr zgłoszenia P.395408, 22.06.2011.

PROJEKT WSPÓŁFINANSOWANY PRZEZ UNIĘ EUROPEJSKĄ ZE ŚRODKÓW EUROPEJSKIEGO FUNDUSZU ROZWOJU REGIONALNEGO