

# Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

## Modern material technologies in aerospace industry

### Plastyczne kształtowanie stopów magnezu (kucie precyzyjne, tłoczenie, wyciskanie, itd.)

### Plastic forming of magnesium alloys (precision forging, stamping, extrusion and the like)

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

#### Wyniki badań Results

Niskotemperaturowa konsolidacja przemysłowych wiórów ze stopów magnezu AZ61, AZ80, AZ91

Recycling of AZ61, AZ80 and AZ91 magnesium alloys machining chips through low-temperature consolidation

Recykling metalicznych frakcji rozdrobnionych, w szczególności wiórów odpadowych powstających podczas kształtowania wyrobów w procesie obróbki skrawaniem, pozostaje poważnym wyzwaniem inżynierii materiałowej. Od lat stosowana metoda metalurgiczna, bazująca na topieniu wiórów jest nieefektywna, a więc i trudno akceptowalna w warunkach współcześnie obowiązujących wysokich standardów gospodarczych. Decydują o tym nie tylko powody technologiczne czy ekonomiczne ale i w poważnym wymiarze ekologiczne, w tym konieczność ochrony naturalnych zasobów surowcowych.

Szansę na przemysłową konsolidację wiórów z metali i stopów lekkich i to w temperaturze otoczenia (bez wstępnego nagrzewania wsadu i narzędzi roboczych) stwarza metoda KOBO, w swoim pierwotnym przeznaczeniu służąca do zwiększenia stopnia przerobu litych metali i stopów poddawanych kuciu, wyciskaniu, ciągnięciu, walcowaniu bądź tłoczeniu. Jej zastosowanie, intensyfikuje proces odkształcania, nie wymaga zwiększonej energii i może przebiegać w warunkach niskotemperaturowych (temperatura otoczenia).

Towarzyszące wyciskaniu metodą KOBO cykliczne skręcanie, prowadzi do silnej lokalizacji odkształcenia w pasmach ścinania i „odsłaniania” nowych, nieutlenionych elementów powierzchni sąsiadujących ze sobą wiórów, a duże naprężenia ścisiskające zapewnia dobre ich wzajemne przyleganie i w efekcie trwałe, atomowe połączenie.

The recycling of flaked fractions, particularly metal chips which are a side product of machining, remains one of the main challenges of material engineering. The existing metallurgical technique of melting chips proves to be ineffective and therefore not up to today's standards. Developing new recycling methods is not only necessary for technological or economical reasons, but also if not mainly in order to fulfil environmental requirements, such as the need to preserve natural resources.

The KOBO method, initially developed to upgrade the processing of solid metals and wrought, extruded, drawn, rolled or turned alloys, gives an opportunity to consolidate the chips of metals and light alloys on an industrial scale at a room temperature (without the need to pre-heat the charge or tools). The application of the KOBO method intensifies the deformation, does not require extra energy and allows for the process to take place at a low (room) temperature.

Cyclic twisting, which is an accompanying process to the KOBO extrusion, results in an intense localization of deformation in shear bands and the „exposure” of new, unoxidized elements in the surface of the adjoining chips. The high compressive stress between these elements ensures

**Cel**  
Recykling odpadów w postaci wiórów i ich konsolidacja do postaci objętościowego, litego produktu

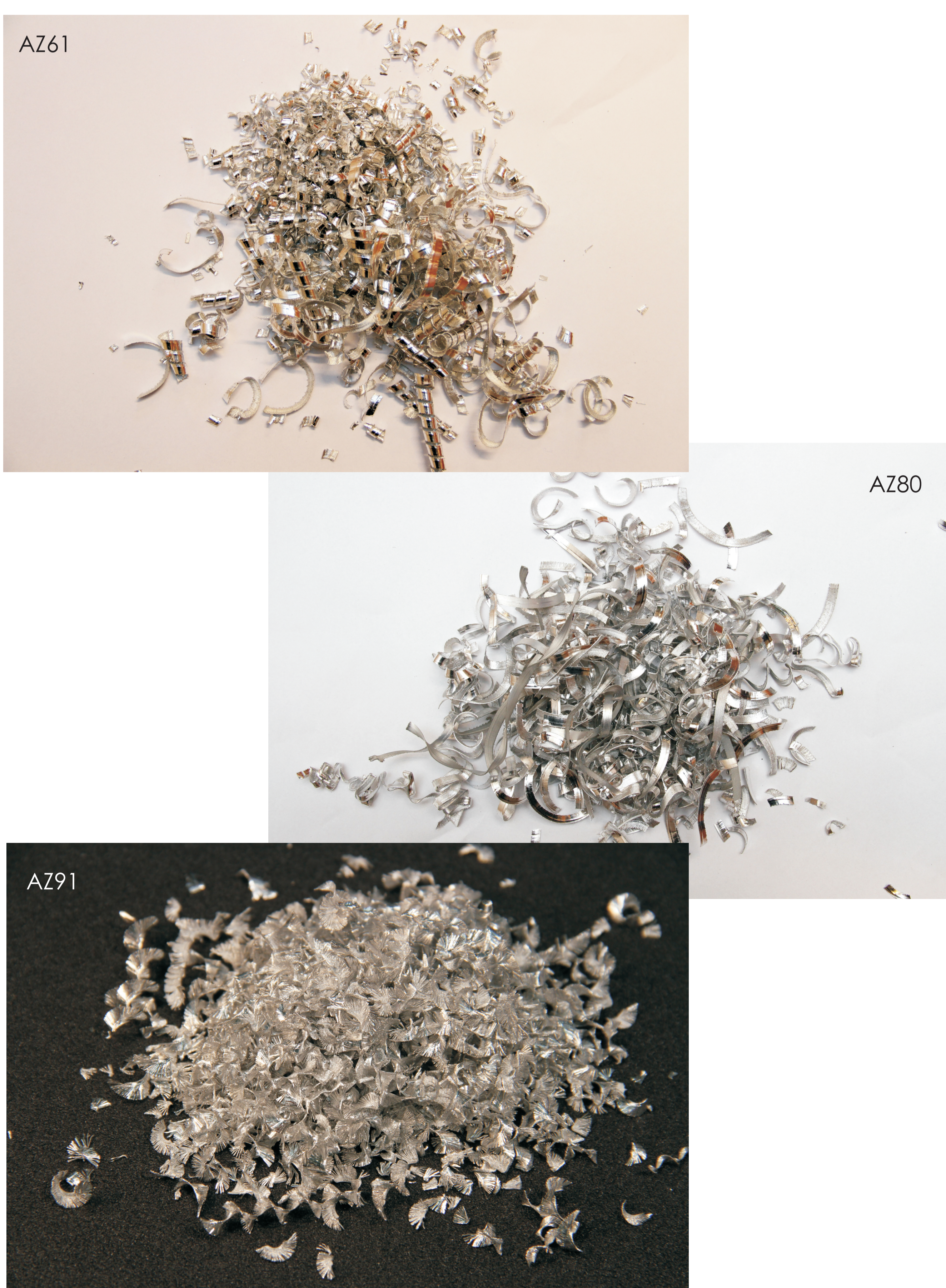
**Material**  
Stop AZ61, AZ80 oraz AZ91 - wióry uzyskane w wyniku toczenia

**Metoda**  
KOBO: wyciskanie współbieżne z cyklicznym obrotem matrycy

**Aim of the study**  
Recycling of magnesium alloy chips obtain during machining process; consolidation of the chips into solid, good quality product.

**Materials**  
Magnesium alloys AZ61, AZ80 and AZ91 - chips obtained by machining

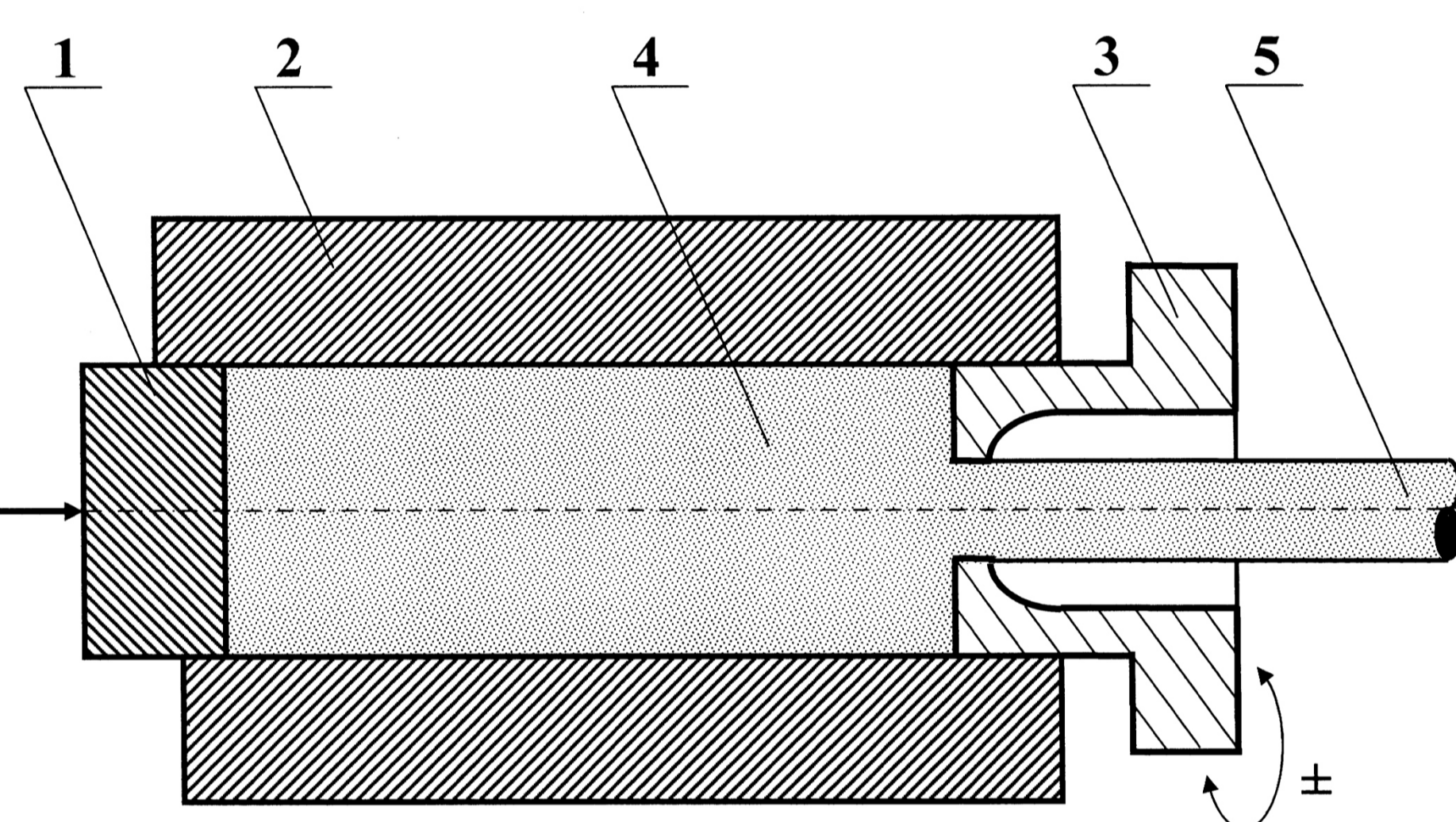
**Method**  
KOBO: extrusion with cyclic rotation of die



Rys.1. Wióry ze stopów magnezu  
Fig.1. Magnesium alloy chips



Rys. 2. Wsady do wyciskania  
Fig. 2. Billet for the extrusion



Rys. 3. Schemat wyciskania metodą KOBO: 1 – stempel, 2 – pojemnik, 3 – rewersyjnie skręcana matryca, 4 – wsad, 5 – wyrób.

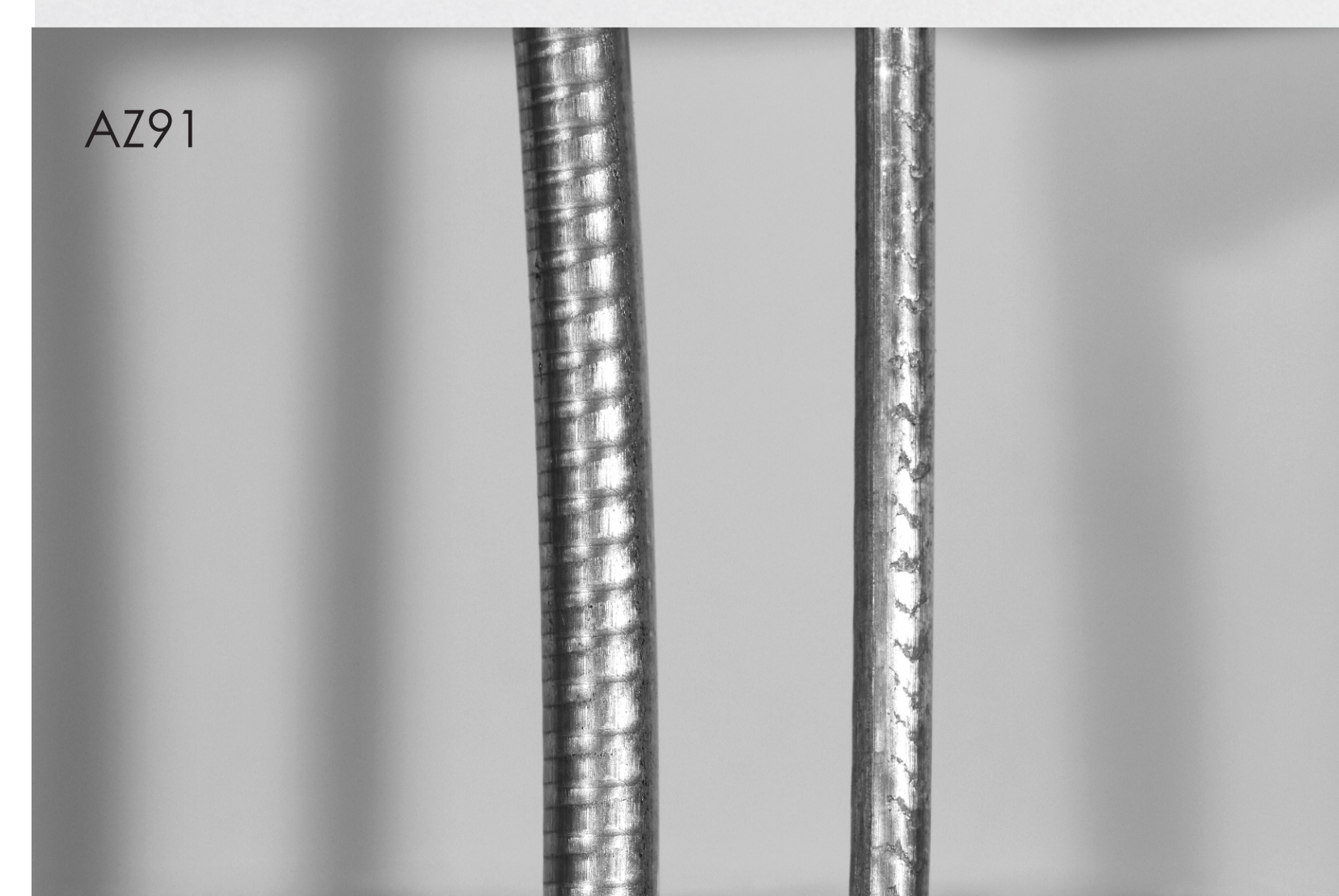
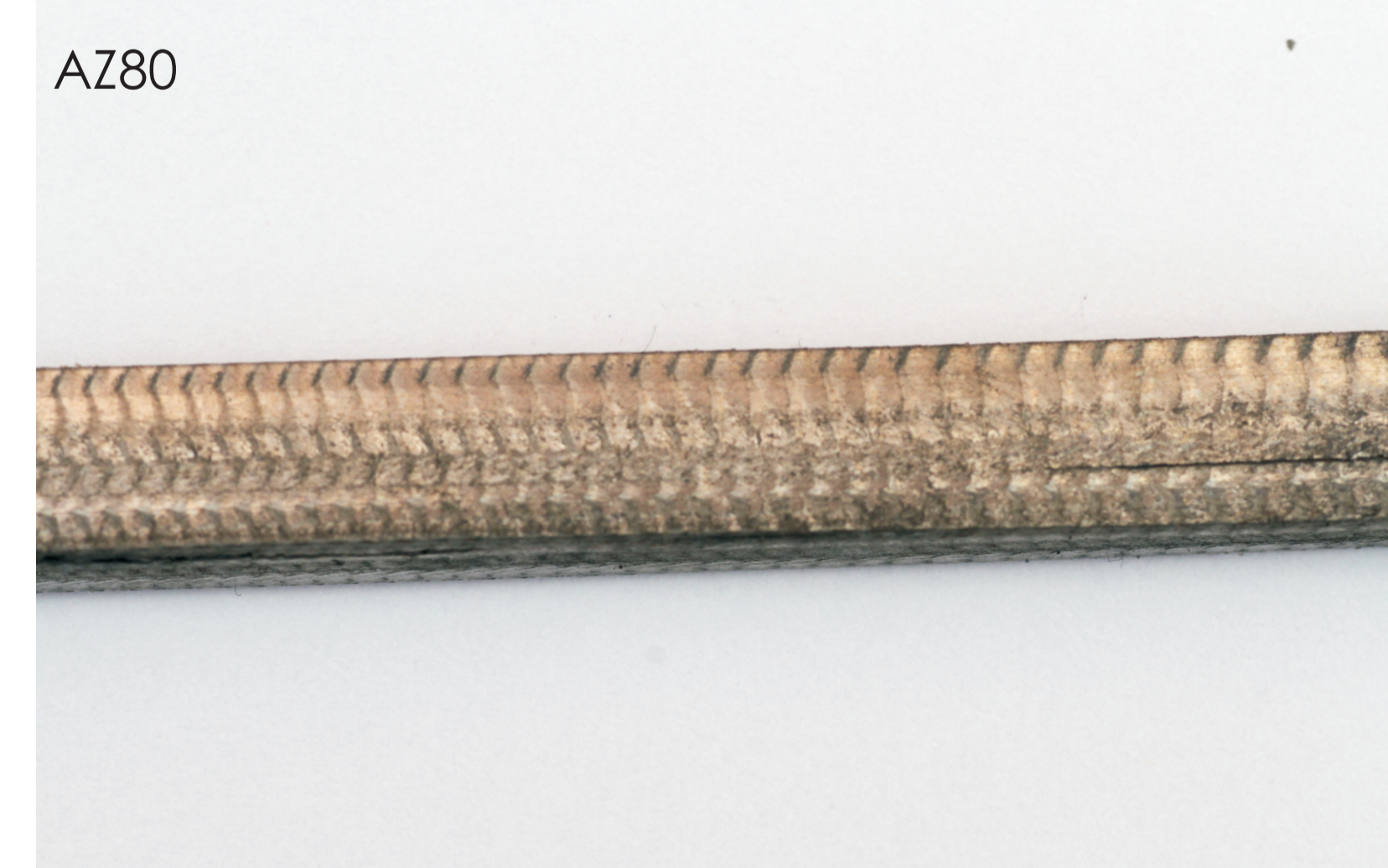
Fig. 3. Scheme of the KOBO method extrusion: 1- punch, 2- container, 3- reversibly rotating die, 4- metallic charge, 5- product.

Parametry wyciskania metodą KOBO

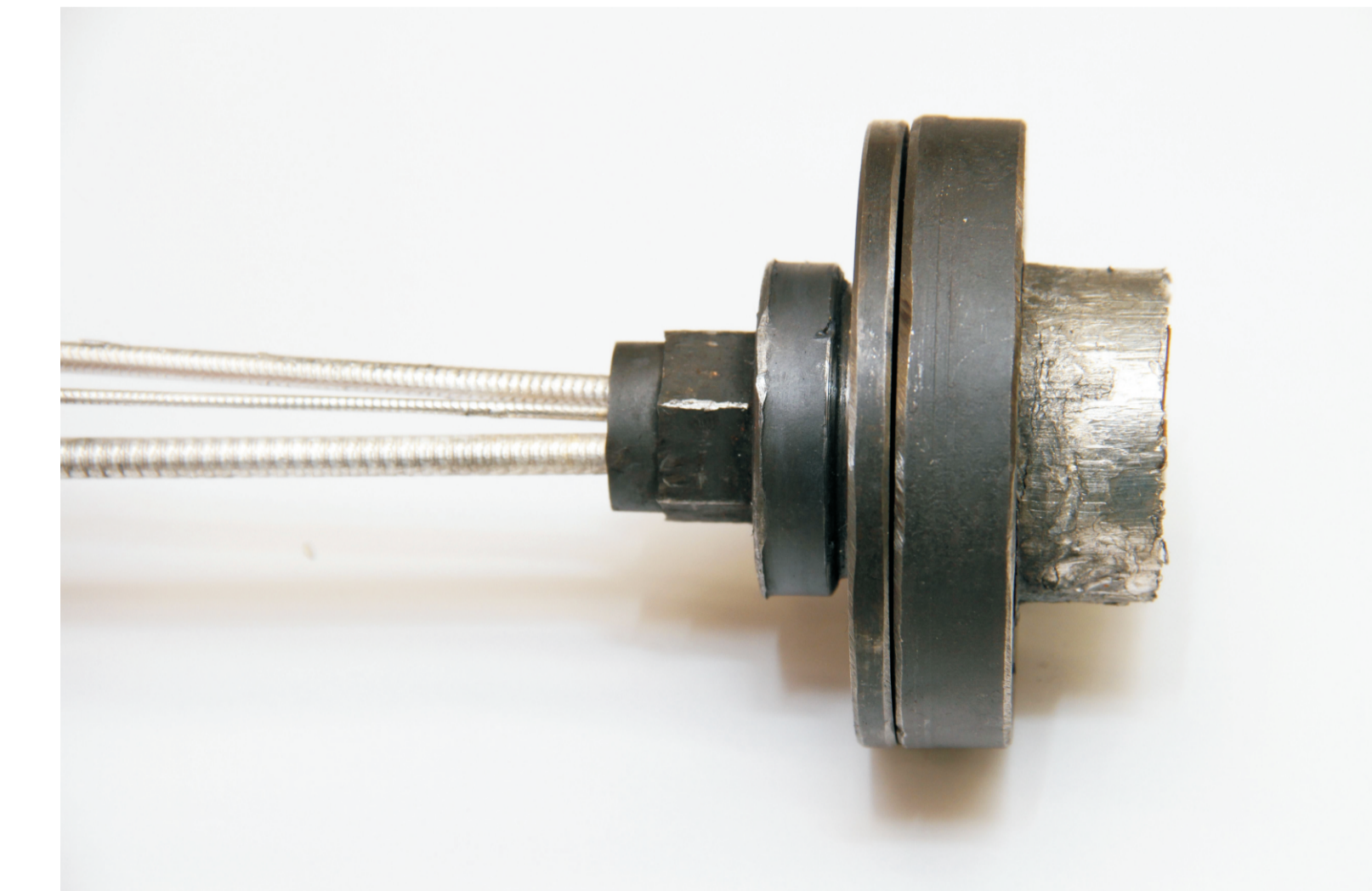
1. Wymiary wsadu  $\varnothing 40 \times 60 \text{ mm}$
2. Prędkość wyciskania  $0,2 \text{ mm/s}$
3. Temperatura wsadu  $20^\circ \text{C}$
4. Częstotliwość skręcania matrycy  $5 \text{ Hz}$
5. Kąt skręcania  $\pm 8^\circ$

KOBO extrusion parameters

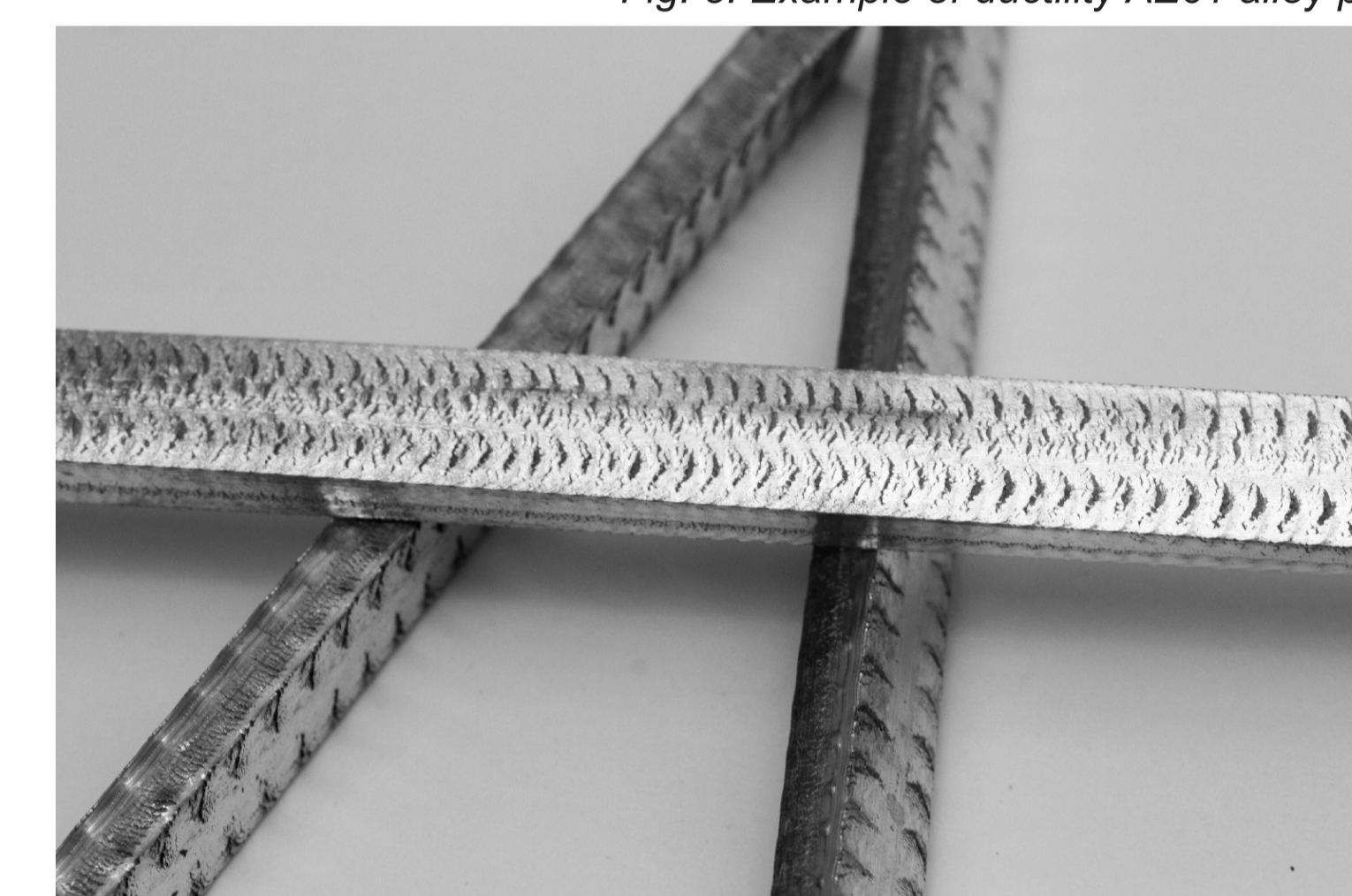
1. Billet (charge) dimensions  $\varnothing 40 \times 60 \text{ mm}$
2. Extrusion rate  $0,2 \text{ mm/s}$
3. Billet temperature (initial)  $20^\circ \text{C}$
4. Oscillation frequency  $5 \text{ Hz}$
5. Angle of torsion  $\pm 8^\circ$



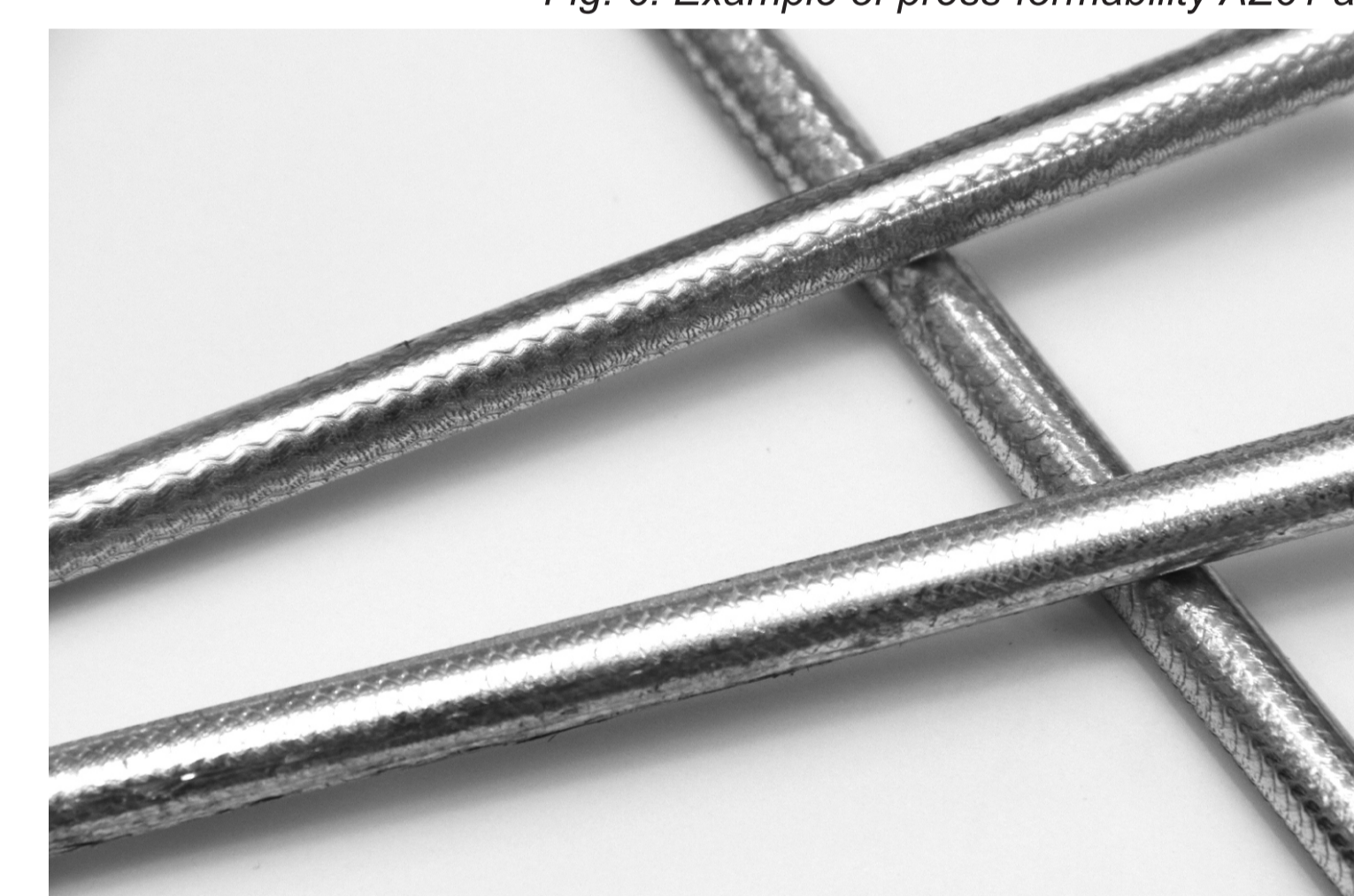
Rys.4. Przykładowe produkty konsolidacji plastycznej wiórów magnezowych wyciskanych metodą KOBO  
Fig.4. Typical products of plastic consolidation of magnesium chips by KOBO extrusion method



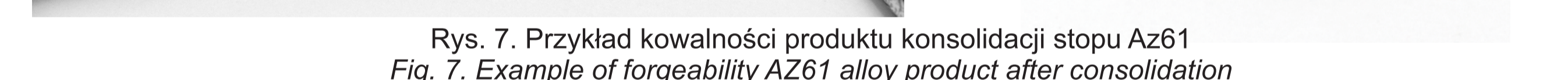
Rys. 5. Przykład plastyczności produktu konsolidacji stopu Az61  
Fig. 5. Example of ductility AZ61 alloy product after consolidation



Rys. 6. Przykład tłoczności produktu konsolidacji stopu Az61  
Fig. 6. Example of press-formability AZ61 alloy product after consolidation



Rys. 7. Przykład kowalności produktu konsolidacji stopu Az61  
Fig. 7. Example of forgeability AZ61 alloy product after consolidation



#### Wnioski Conclusions

Proces niskotemperaturowego wyciskania metodą KOBO przemysłowych wiórów ze stopu magnezu AZ61, umożliwia uzyskanie litych wyrobów o zadanej geometrii. Pomimo zanieczyszczenia wiórów emulcją chłodzącą (podczas obróbki skrawaniem), wyroby charakteryzują się gęstością i własnościami mechanicznymi bliskimi materiałom wytworzonym drogą metalurgiczną, a ponadto z powodzeniem mogą być dalej kształtowane w konwencjonalnych procesach przeróbki plastycznej.

Badania wykonano na prasie KOBO 100T na Wydziale Metali Nieżelaznych AGH w Krakowie.

As a result of the low-temperature extrusion of industrial AZ61 magnesium alloy chips with the KOBO method it is possible to obtain solid products with a desired geometry. Despite the chips being polluted with a cooling media (during machining) the final products have similar density and mechanical properties as materials obtained as a result of metallurgical processes and, what is more, they can be further deformed with the use of conventional plastic deformation methods.

The research has been conducted on a KOBO press 100T at the Faculty of Non-Ferrous Metals of the AGH University of Science and Technology, Krakow.

#### Przykłady zastosowania w lotnictwie Examples of application in aviation

Technologia umożliwiająca wykorzystanie wiór do konsolidacji plastycznej i jako surowca do dalszych przedsięwzięć technologicznych.

Technology that allows the use of chip to plastic consolidation and as a raw material for further technological projects.

#### Wskaźniki realizacji celów projektu Indicators of the project

#### Referaty

1. P. Ostachowski, A. Korbel, W. Bochniak, M. Łagoda, R. Śliwa "Recycling of AZ61 and AZ80 Magnesium Alloys Machining Chips Through Low-Temperature Consolidation". Accepted on "23rd International Conference on Materials and Technology. 27-30.09.2015, Portoroz, Slovenia.
2. P. Ostachowski, A. Korbel, W. Bochniak, M. Łagoda, R. Śliwa "Low Temperature Consolidation of AZ91 Metal Shavings". Accepted on "23rd International Conference on Materials and Technology. 27-30.09.2015, Portoroz, Slovenia.

#### Prace mgr

- Prace magisterskie planowane
1. T. Drożdżak: *Struktura i własności mechaniczne wiór przemysłowych ze stopu AZ91 po konsolidacji plastycznej metodą KOBO*. Promotor dr inż. Paweł Ostachowski. Planowany termin obrony 09.2015.
  2. K. Wyszyńska: *Struktura i własności mechaniczne wiór przemysłowych ze stopu AZ61 po konsolidacji plastycznej metodą KOBO*. Promotor dr inż. Paweł Ostachowski. Planowany termin obrony 09.2015.