

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 wiórów ze stopu magnezu AZ91
Low temperature consolidation of AZ91 metal shavings

Niskie własności plastyczne większości stopów magnezu wynikają z pospiesznej, silnej lokalizacji plastycznego płynięcia w pasmach ścinania. Z tego powodu, kształtowanie wyrobów ze stopów magnezu, odbywa się z dominującym udziałem obróbki skrawaniem. Z drugiej strony, ogromne odkształcenie plastyczne, któremu ulegają wióry w trakcie skrawania, przekłada się na rozdrobnienie ich mikrostruktury do postaci ultra drobnych czy nawet nanowymiarowych ziarn. Taka budowa jest niezwykle pożądana w przypadku materiałów litych, ponieważ znacząco poprawia ich odkształcalność w podwyższonych temperaturach, a nawet skutkuje nadplastycznym płynięciem.

Niestety, recykling wiórów ukierunkowany na uzyskanie litych materiałów, nawet prowadzony z ominięciem procesów metalurgicznych, a więc wyłącznie w stanie stałym, wymaga obok znacznych naprężeń hydrostatycznych, stosowania wysokich temperatur procesu konsolidacji. Stąd, wysokie zużycie energii, pogłębiona skłonność do utleniania, a przede wszystkim rozrost ziarn niwelujący szansę plastycznego kształtowania tak uzyskanych litych materiałów.

W pracy, zaprezentowano teoretyczne możliwości dyfuzyjnego połączenia wiórów w niskiej temperaturze wraz z wynikami badań doświadczalnych niskotemperaturowego wyciskania wiórów ze stopu magnezu AZ91 metodą KOBO, prowadzonego w różnych warunkach procesu.

Some aspects of consolidation of metal shavings were the subject of consideration and experiments in the frame of the work. One deals with the magnesium alloy which is widely used metal in aircraft production. Its two phase structure makes manufacturing of metals elements by plastic forming difficult. Hence requested shapes of elements are made by machining (drilling, milling, turning on the lathe) which however leave a large amount of useless chips. Bringing them into a solid form through metallurgical processes (melting) is very costly and no efficient because the lost of metal due to oxidation. Thus the search for a new omitting melting and economically profitable method of consolidation is fully motivated. A fundamental demands such a method has to meet concern the final density of the metal (lack of porosity) and mechanical properties allowing further shaping to a final form or to direct use.

In the work the perspectives of consolidation of the AZ91 alloy chips to the form of semi-products (rod, wires, bands, profiles) by use of the KOBO extrusion are discussed. It is shown that the method creates the conditions for low temperature bonding of strips to the solid metal density. Under such conditions there is a chance that a particular feature of internal structure (nano-structure) of metallic chips which during forming undergone a huge (severe) plastic deformation may be maintained also in extrusion product.

AZ91 chips

KOBO

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

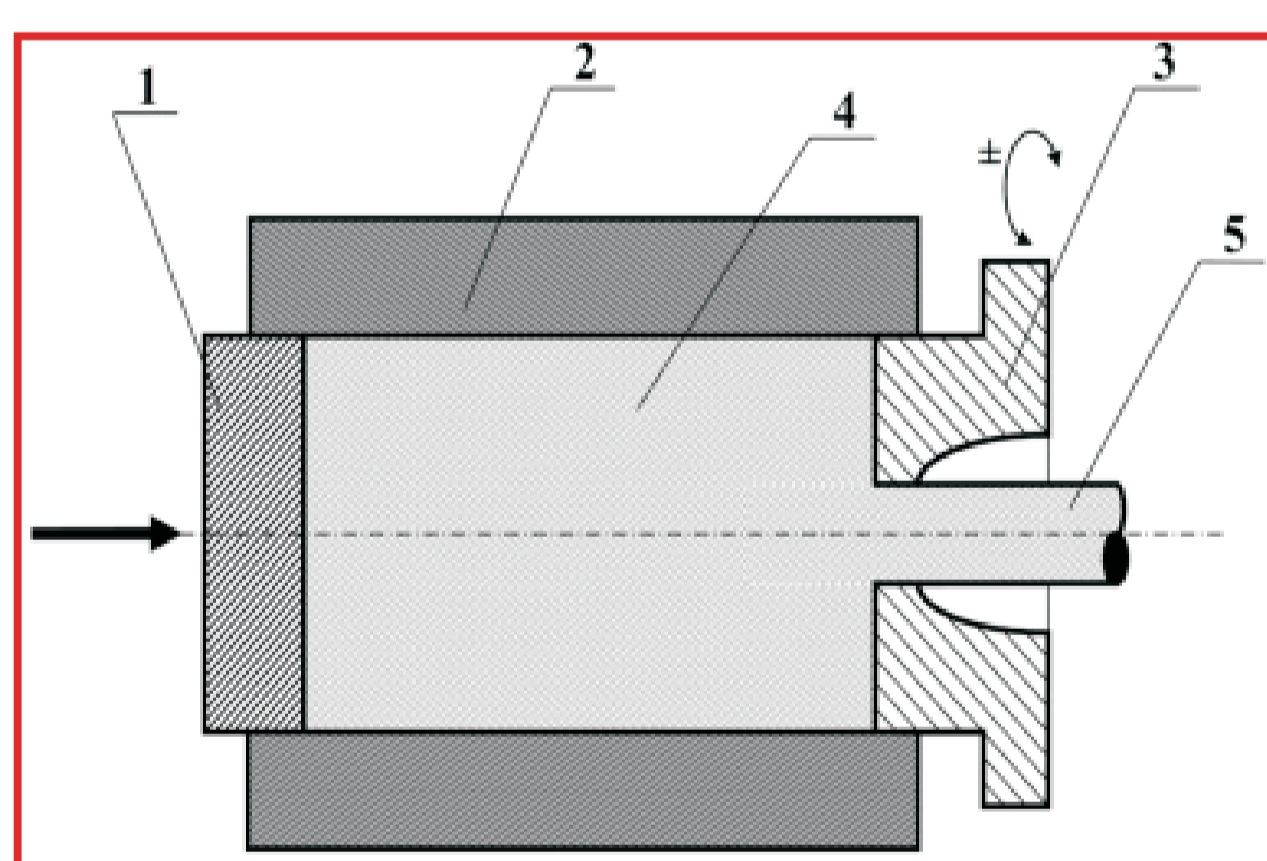
Materiał
technicznie czysty magnez AZ91 - wióry uzyskane w wyniku toczenia

Metoda
KoBo: wyciskanie współbieżne z cyklicznym obrotem matrycy

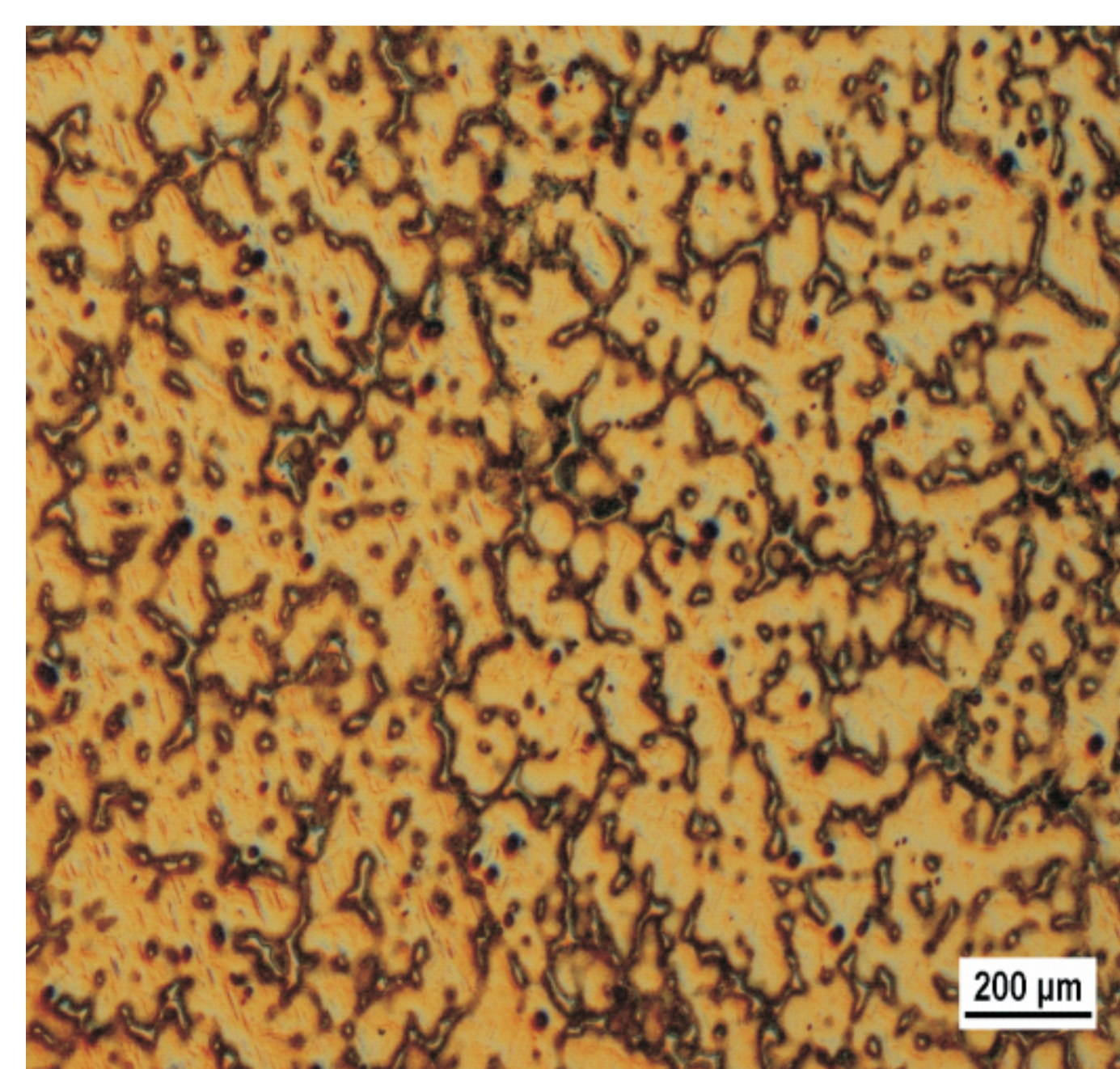
Aim of the study
Recycling of magnesium alloy chips obtained during machining process; consolidation of the chips into solid, good quality product.

Materials
magnesium alloy AZ91 - Chips obtained by machining

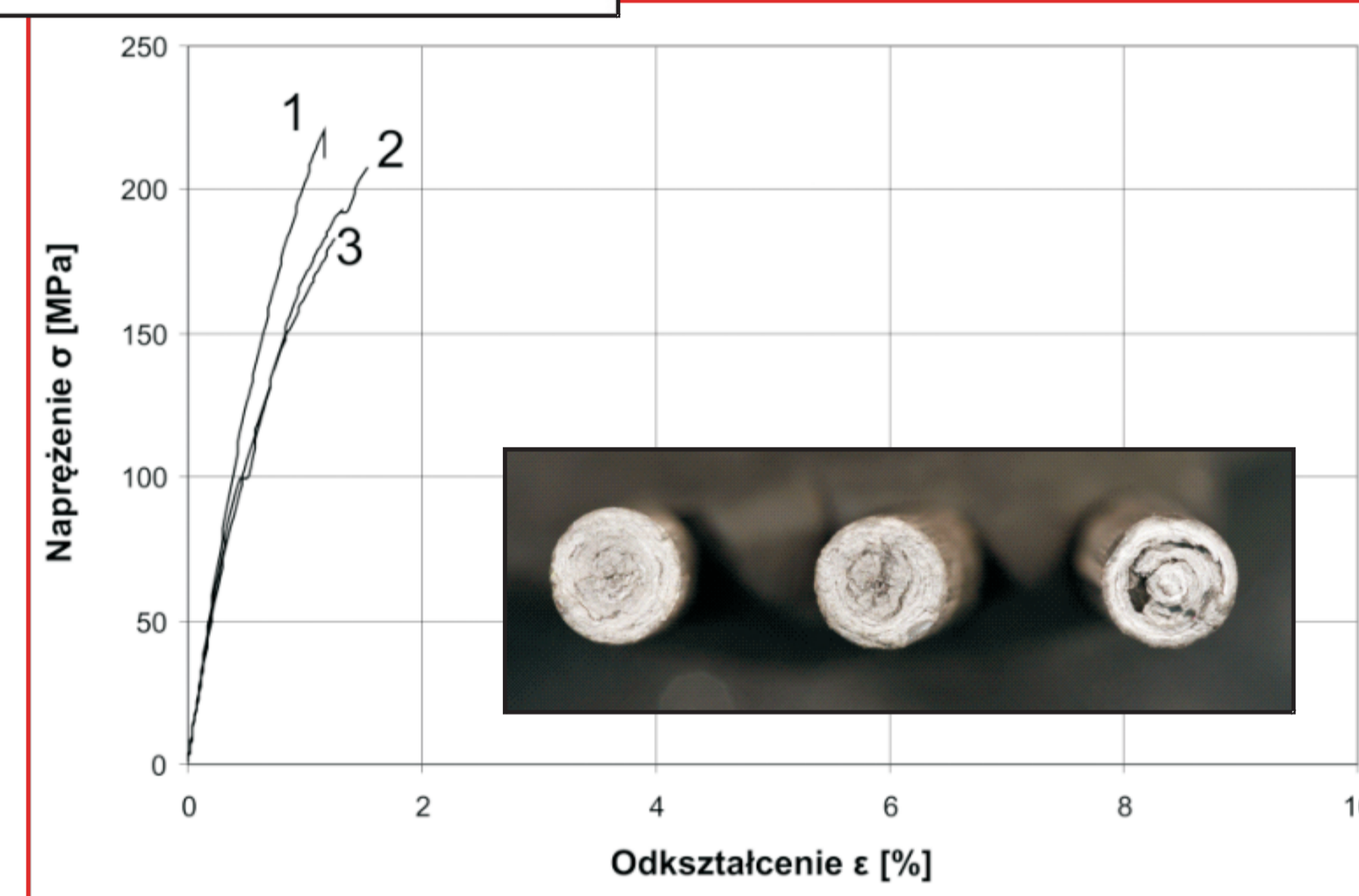
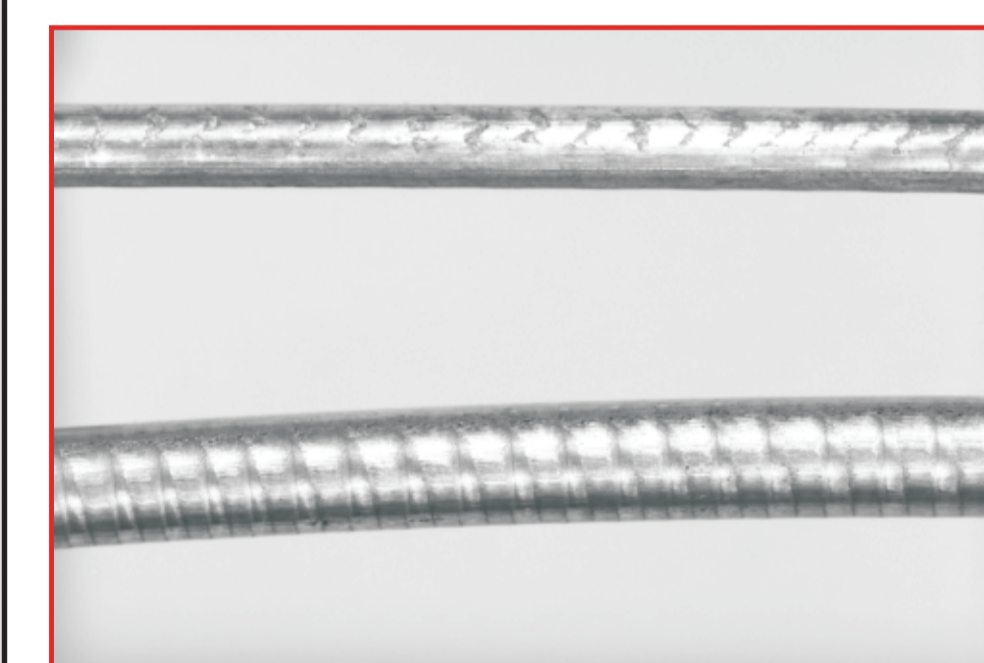
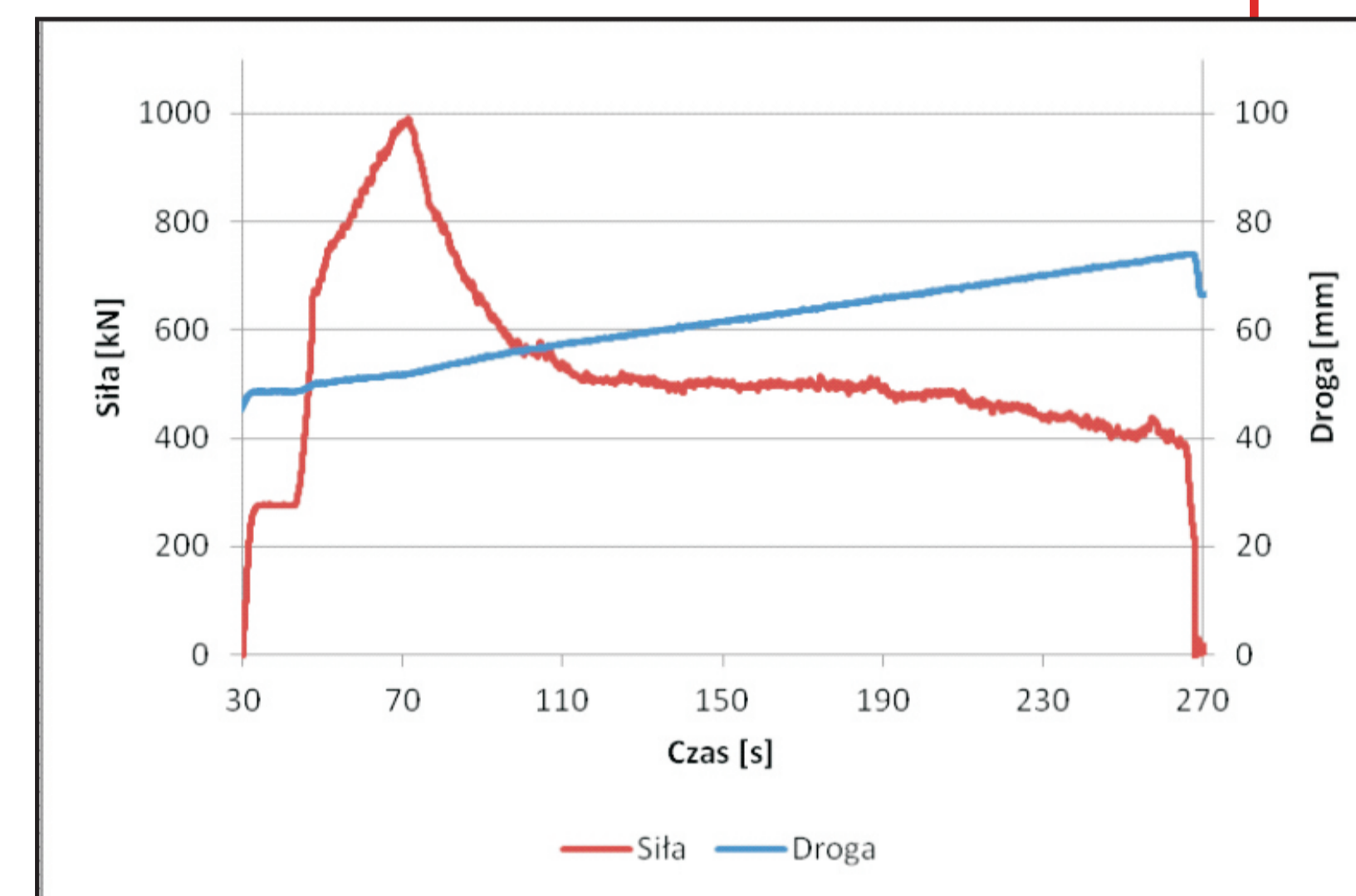
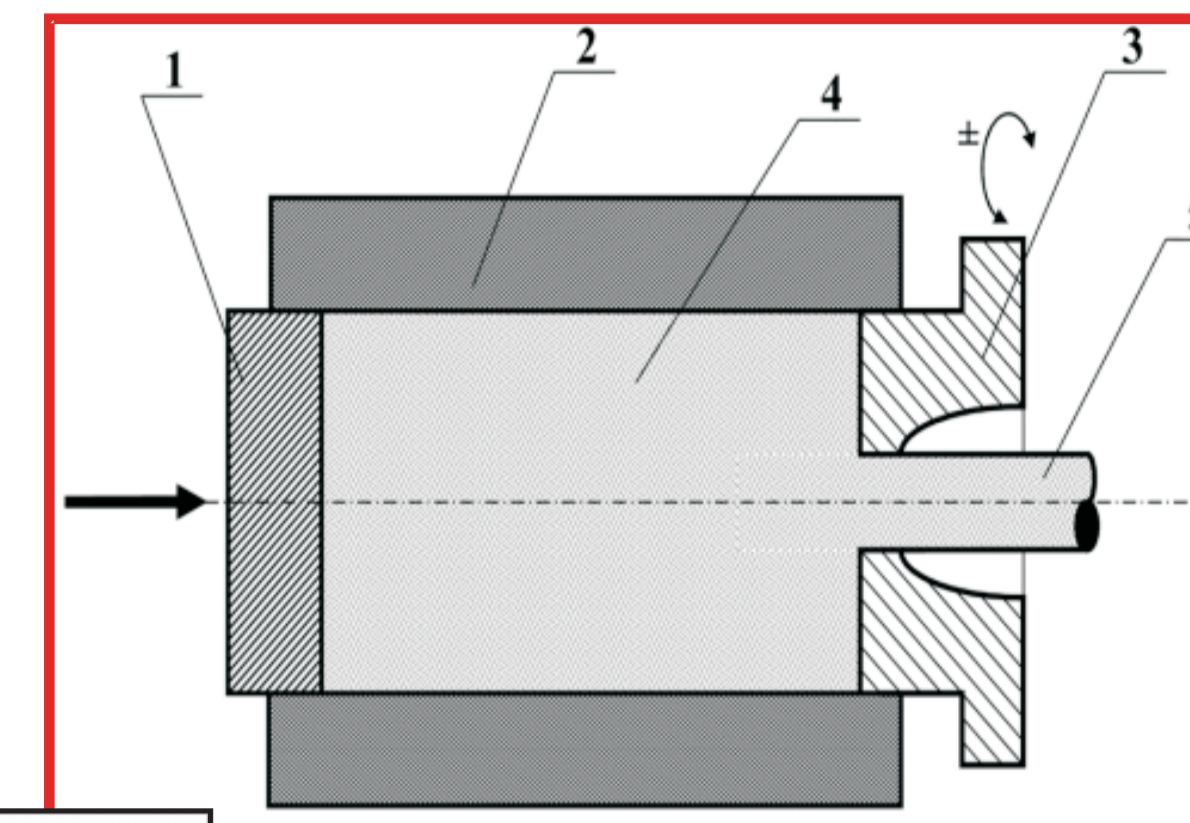
Method
Kobo: coextrusion with cyclic rotation of die



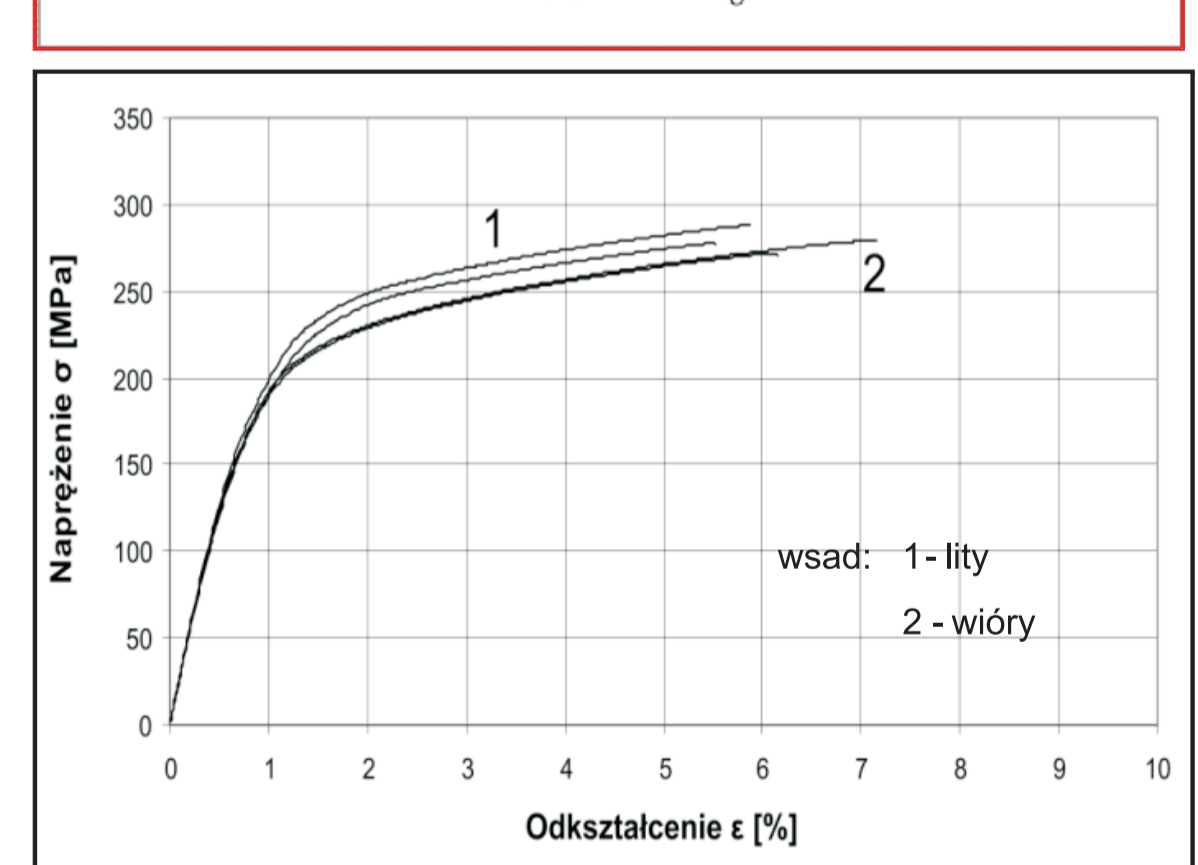
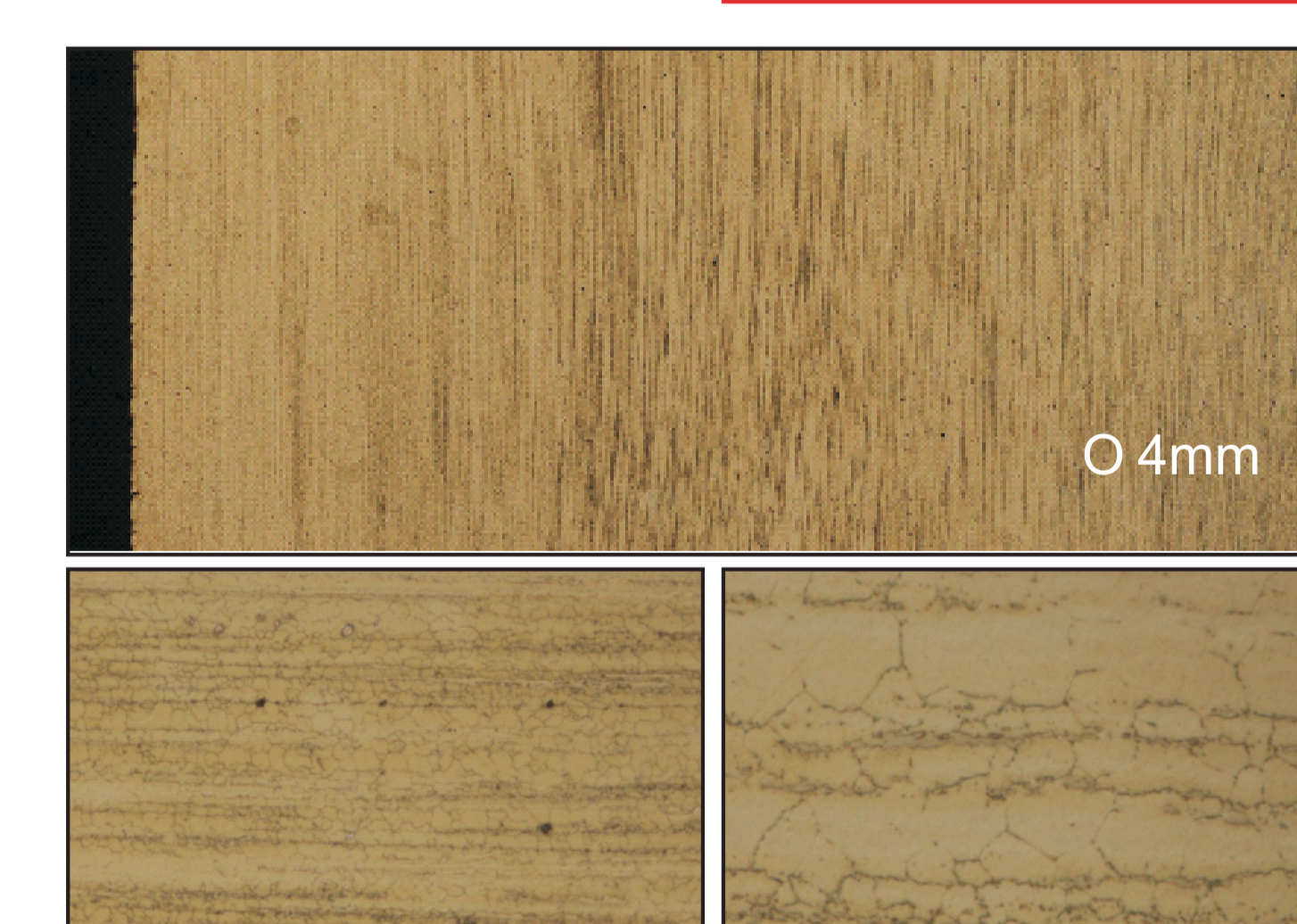
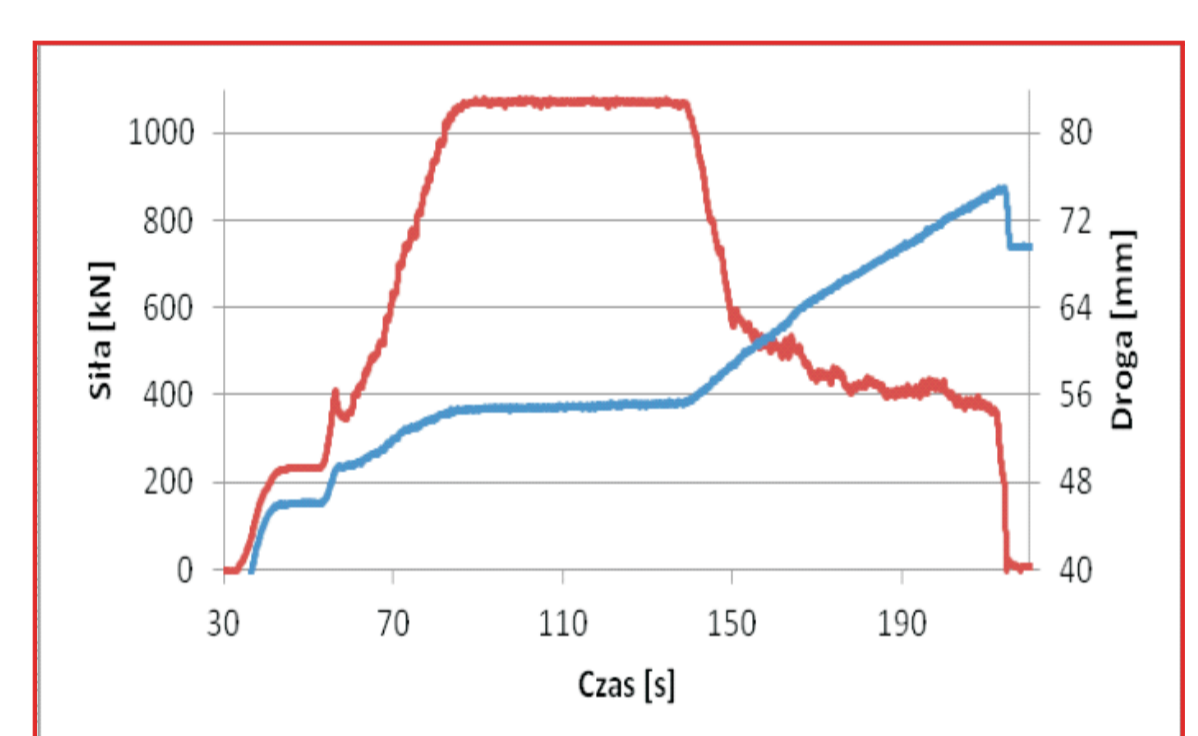
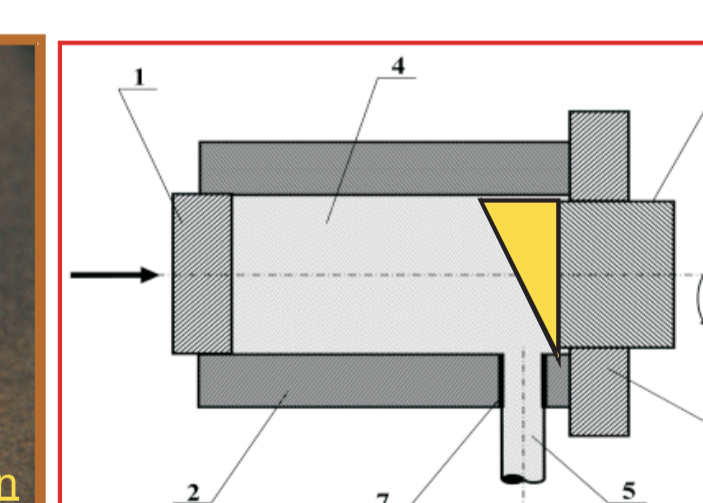
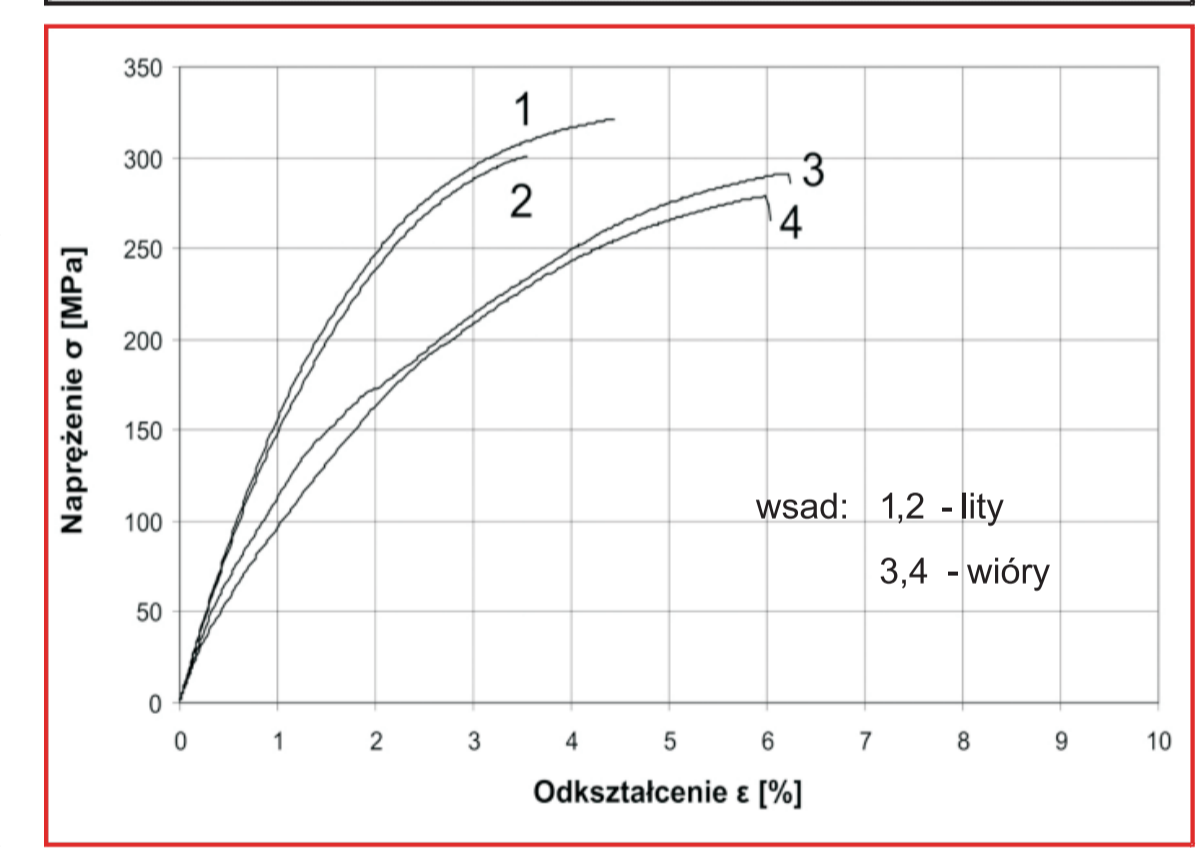
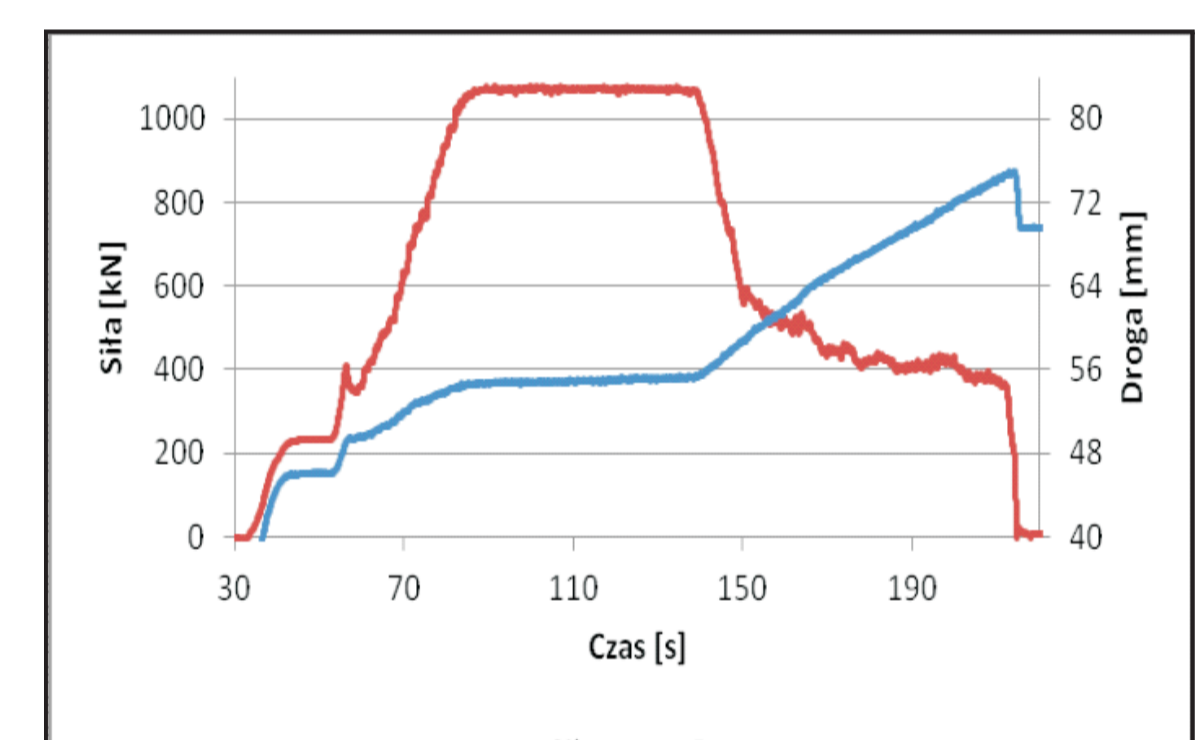
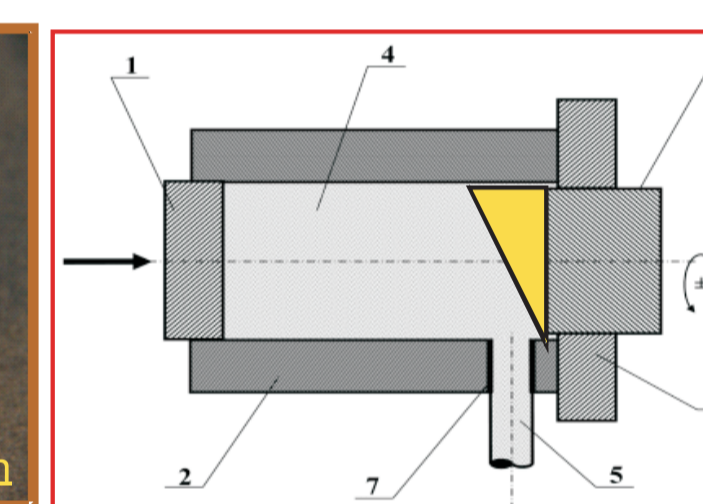
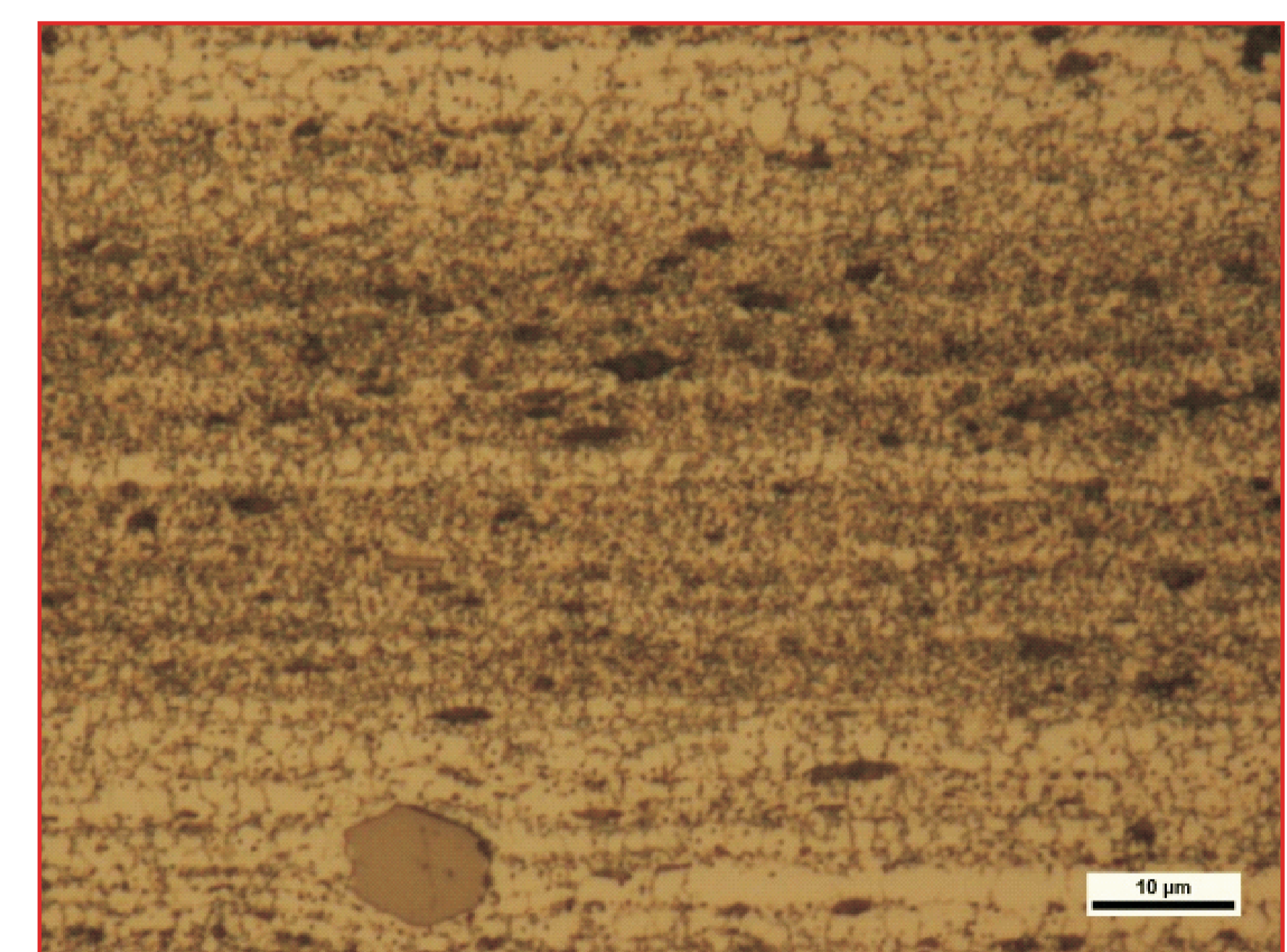
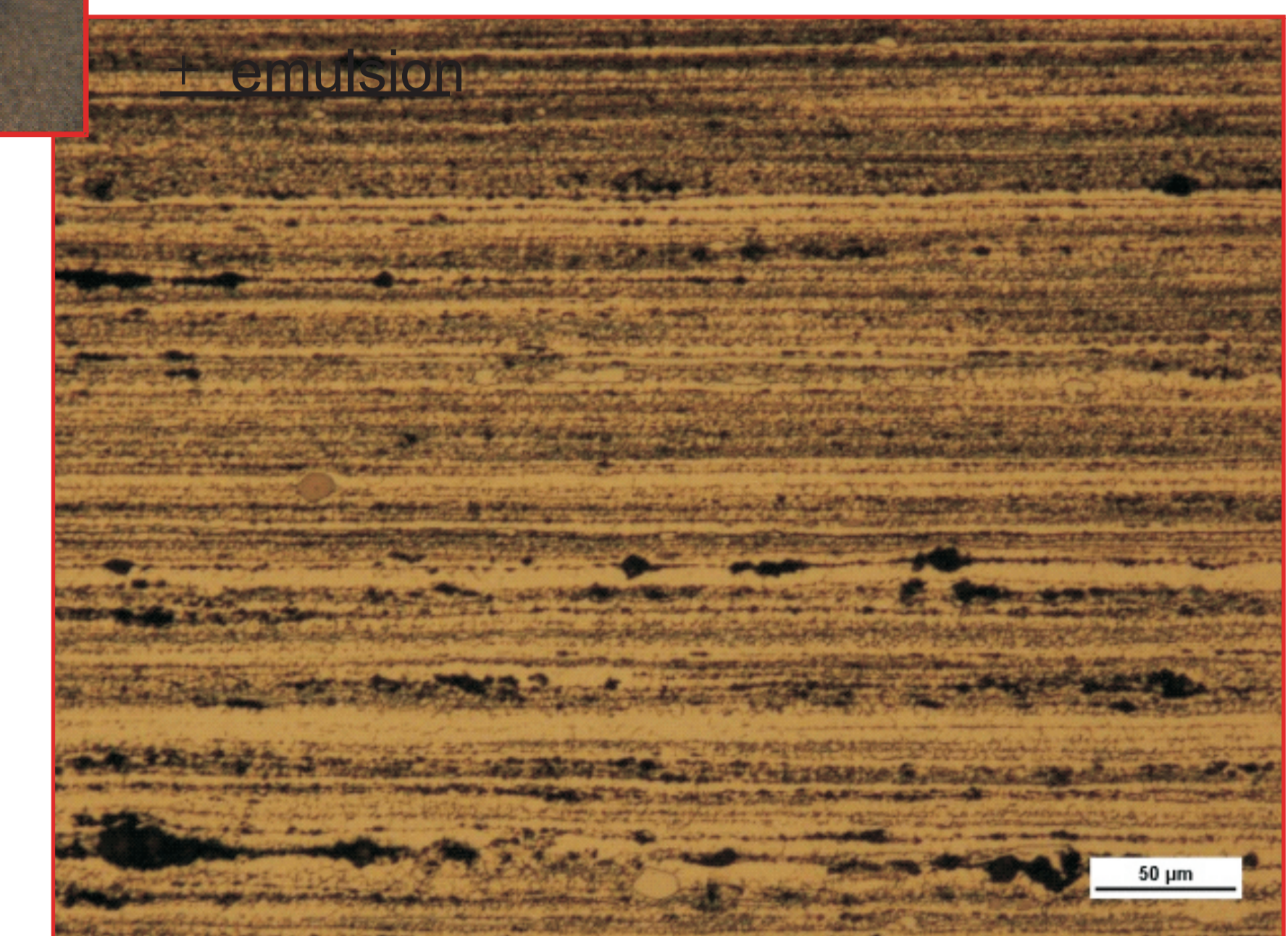
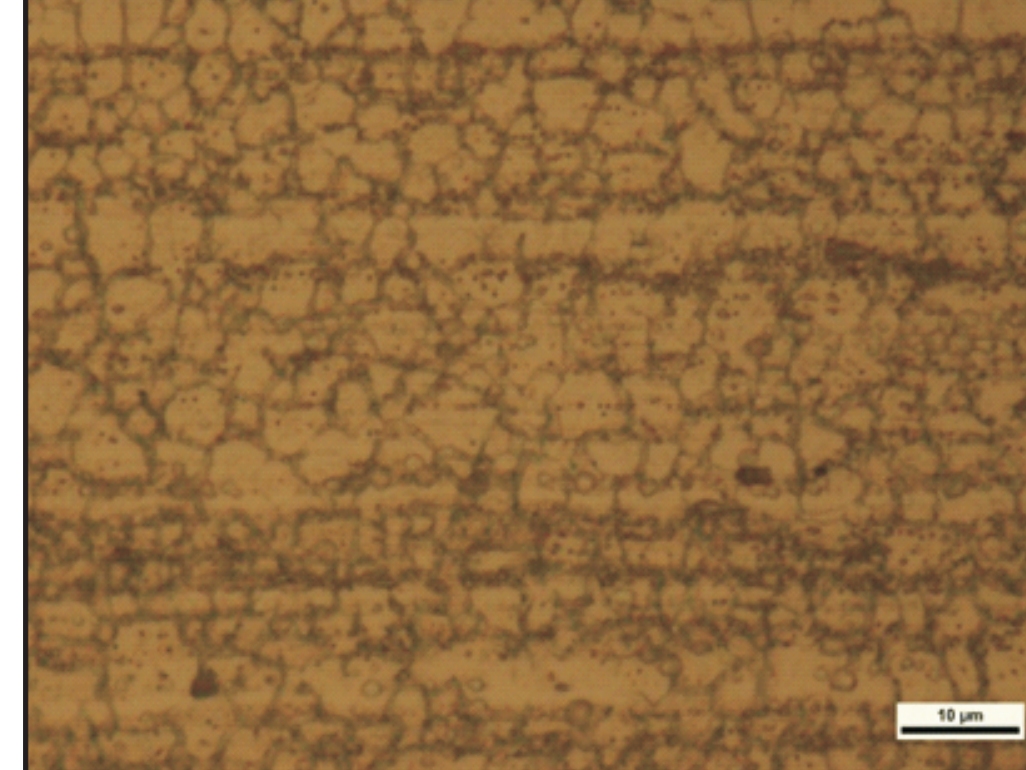
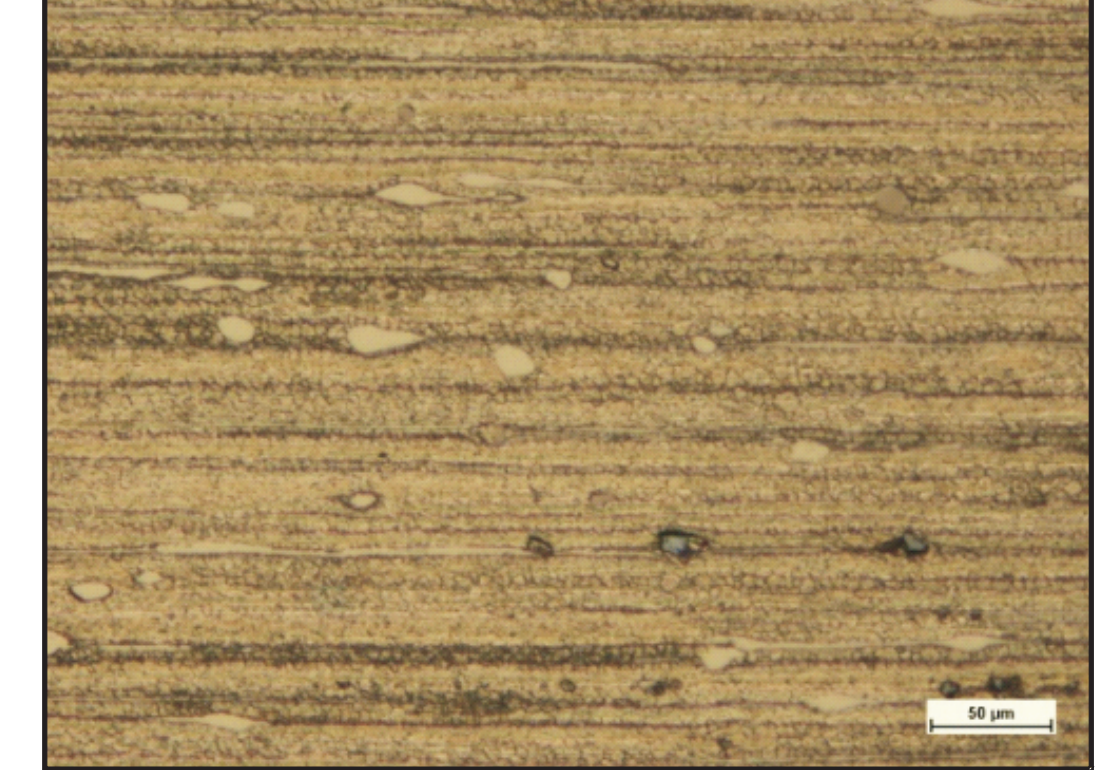
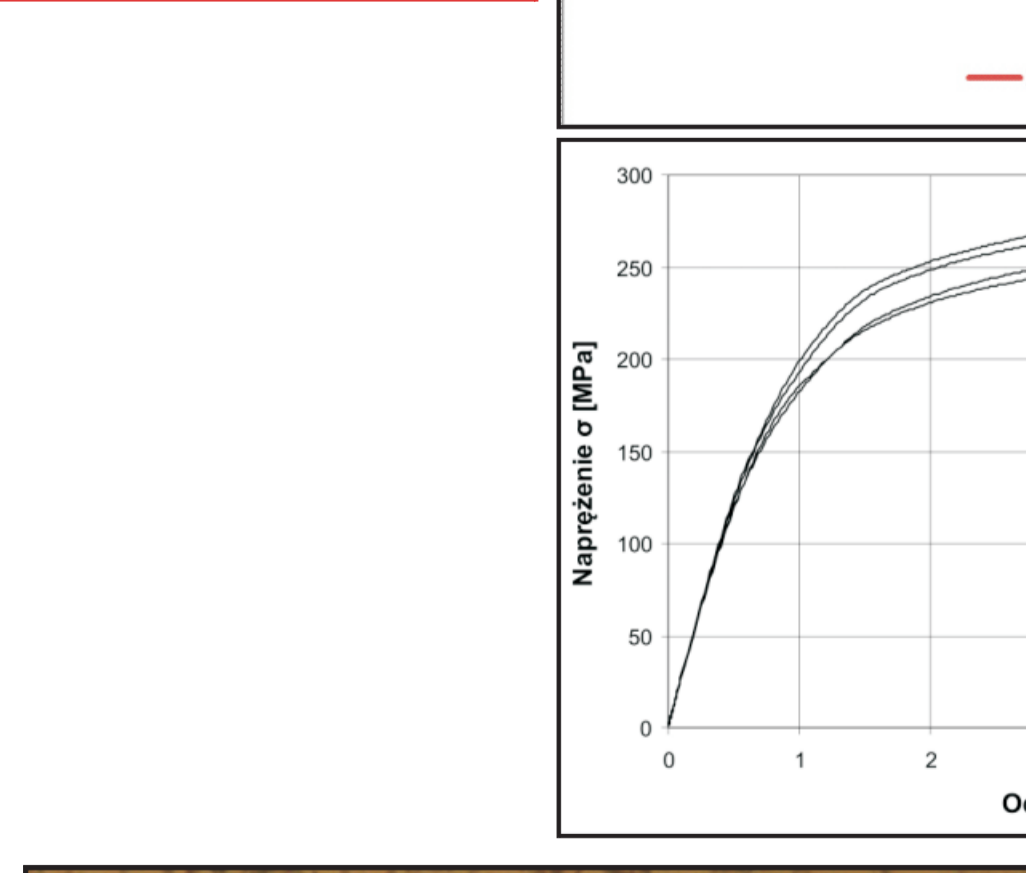
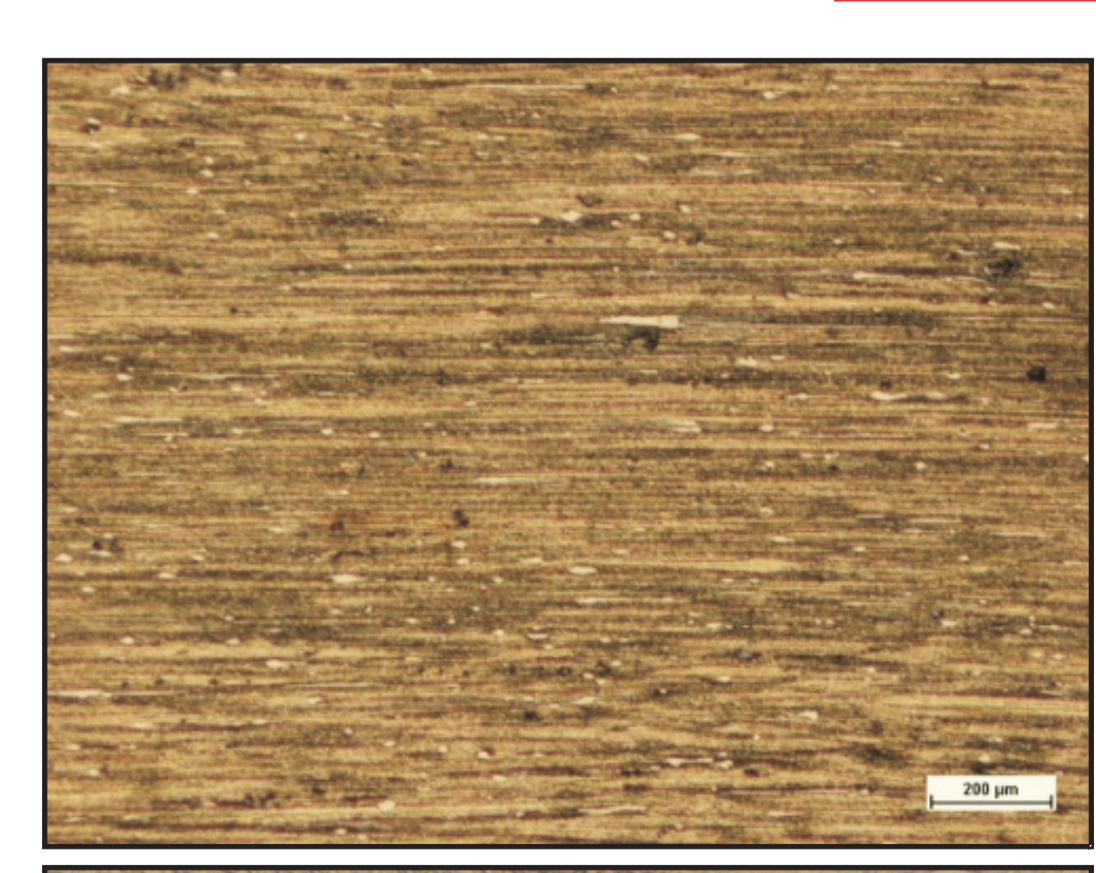
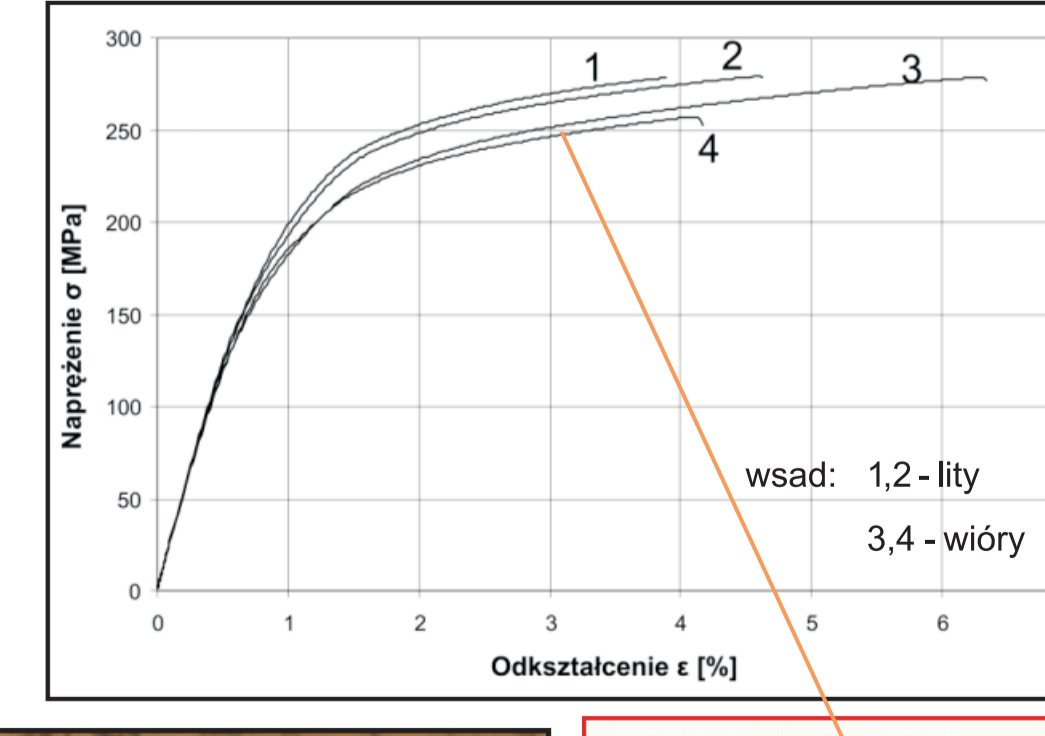
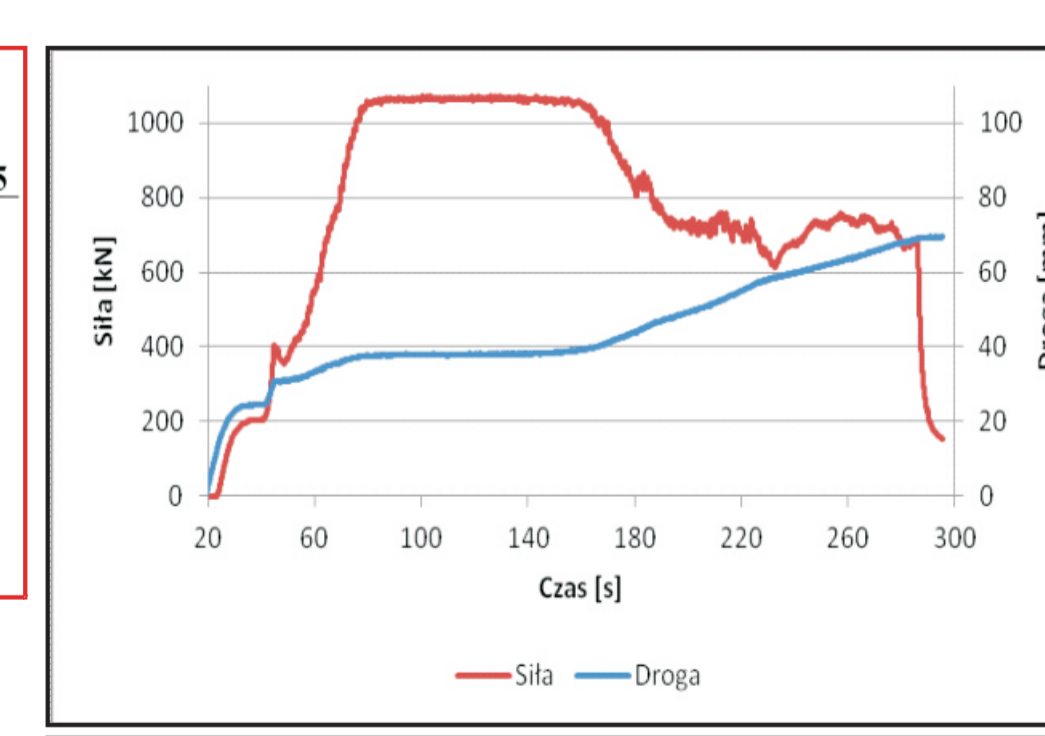
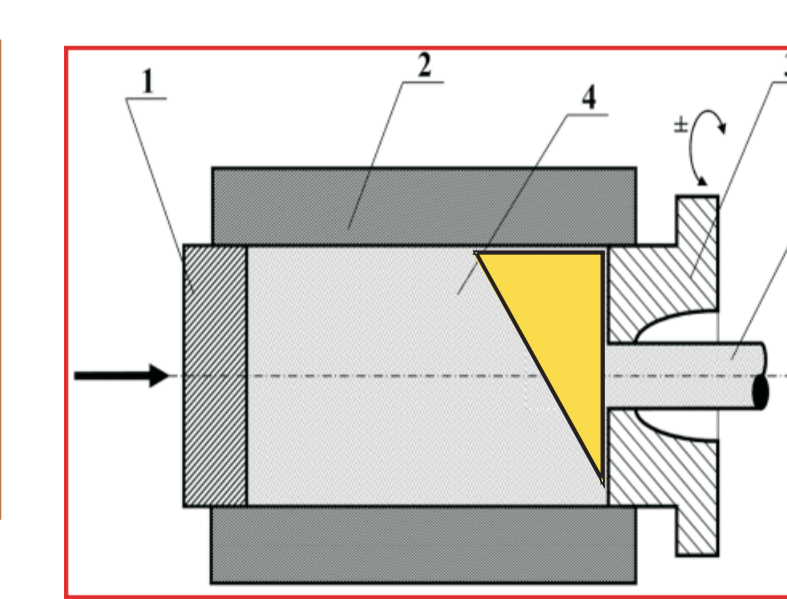
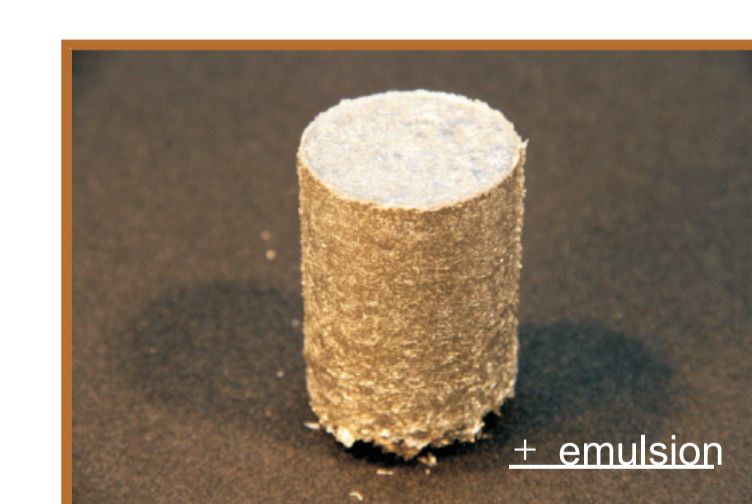
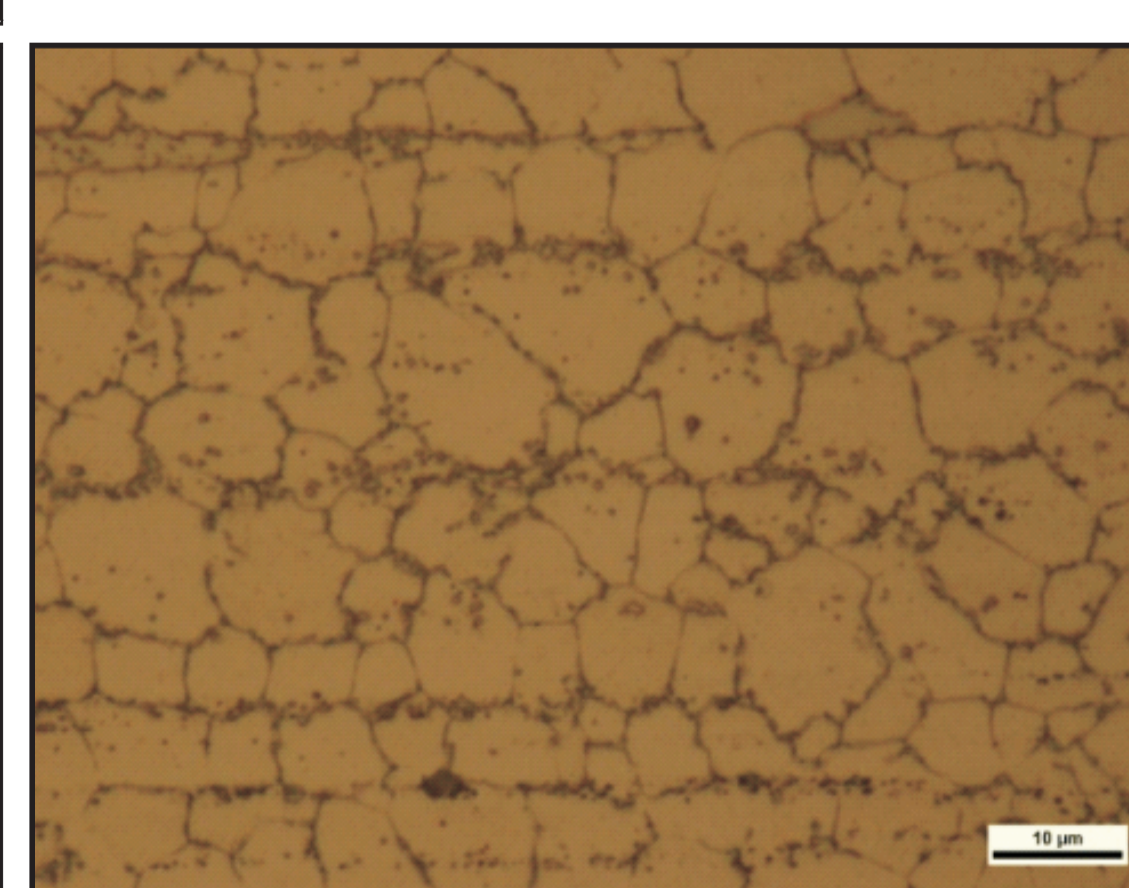
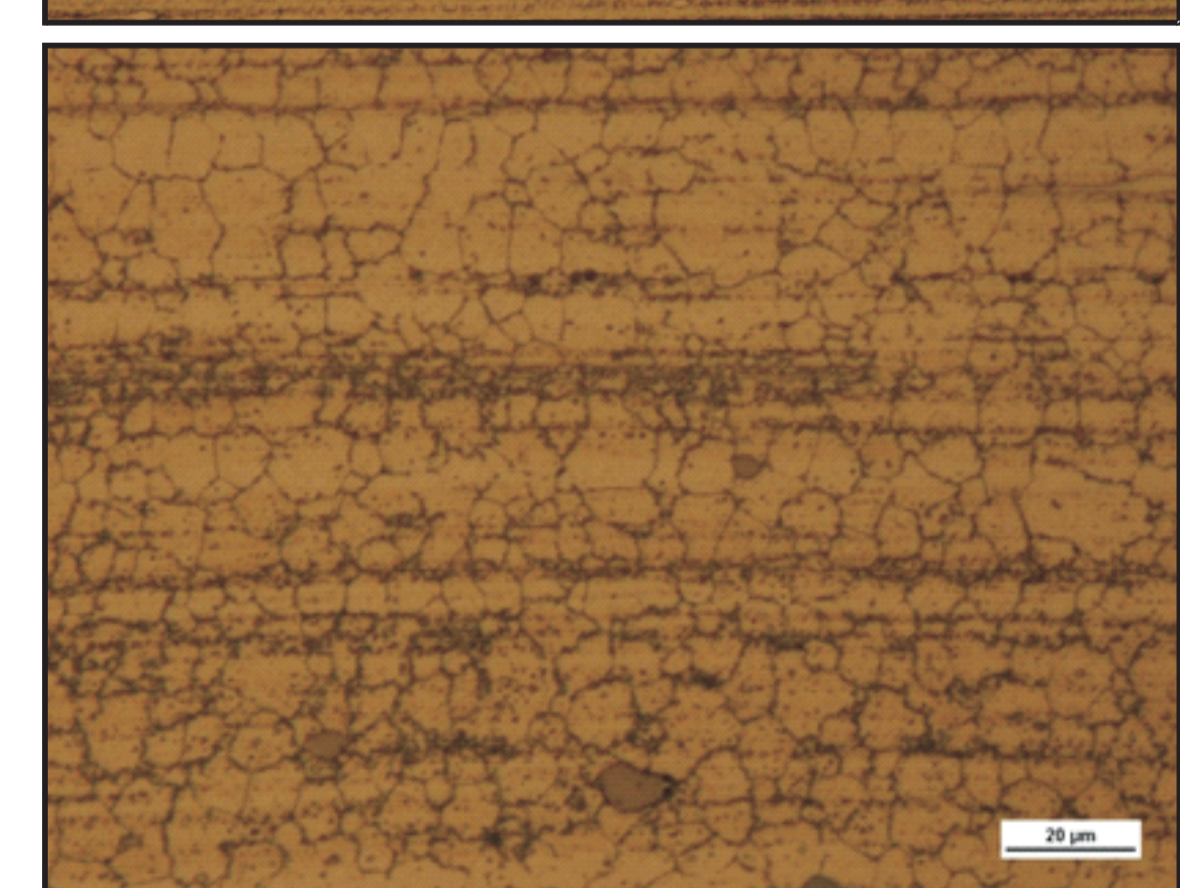
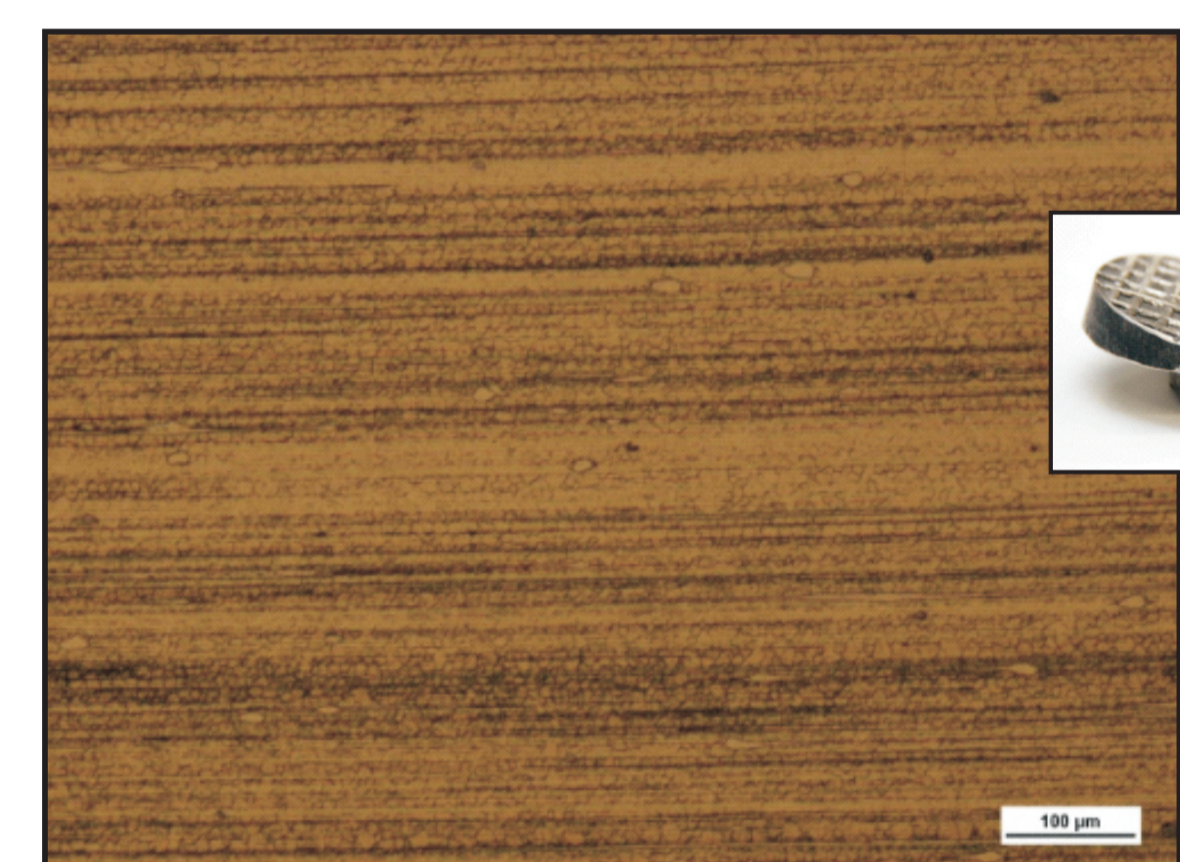
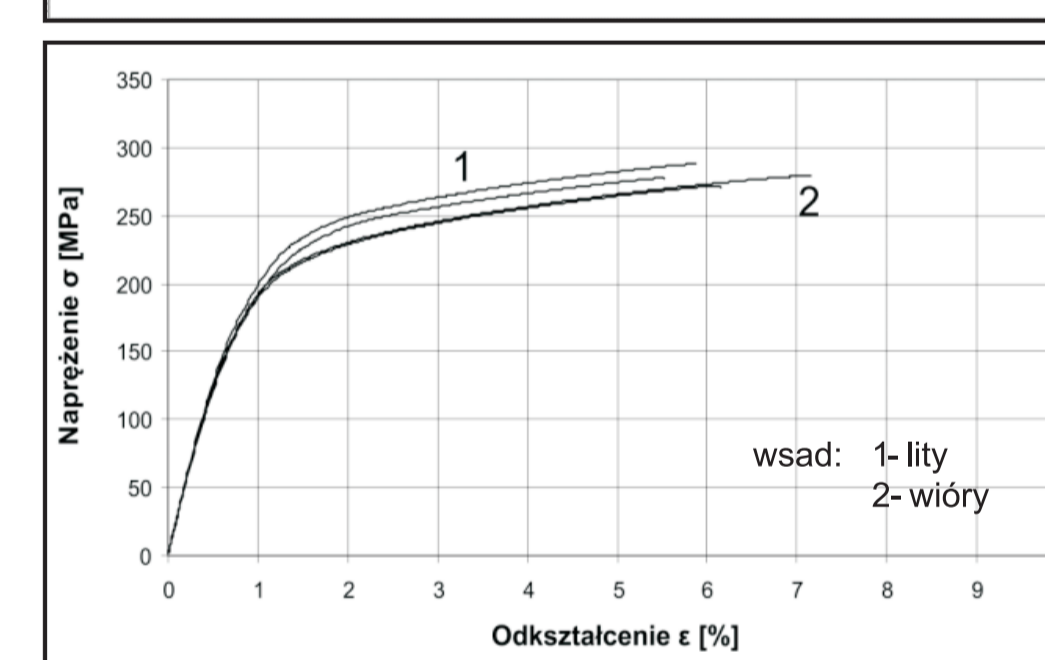
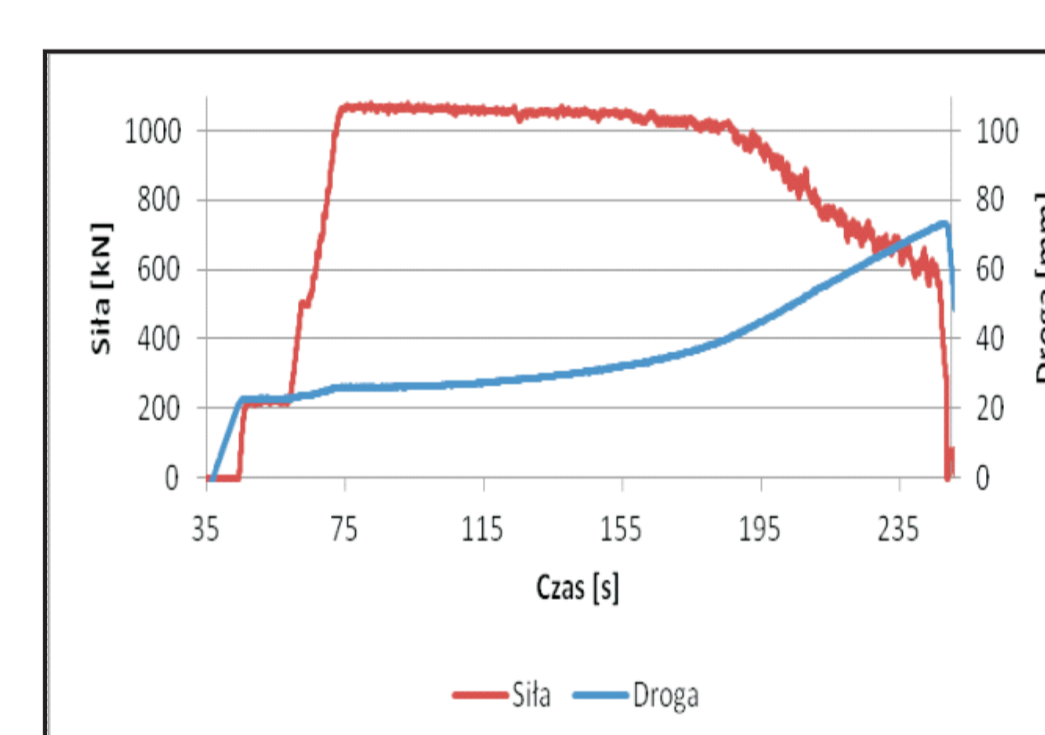
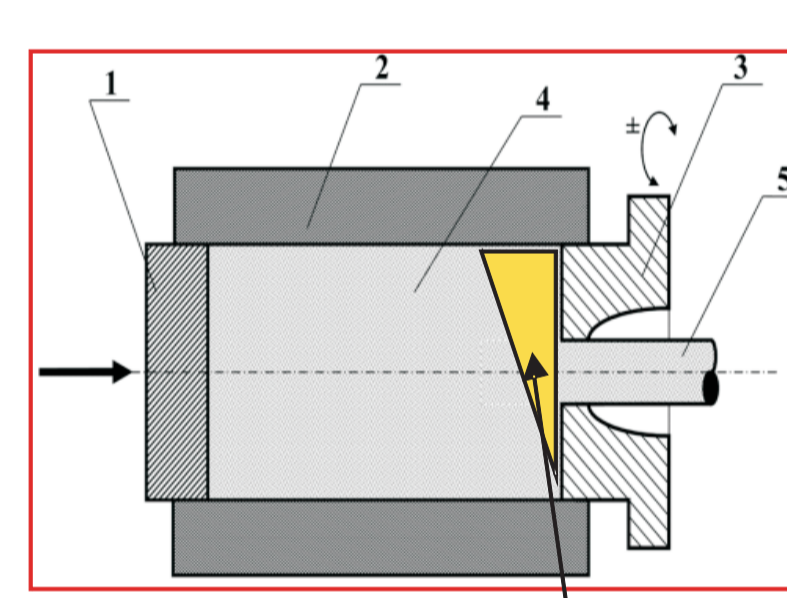
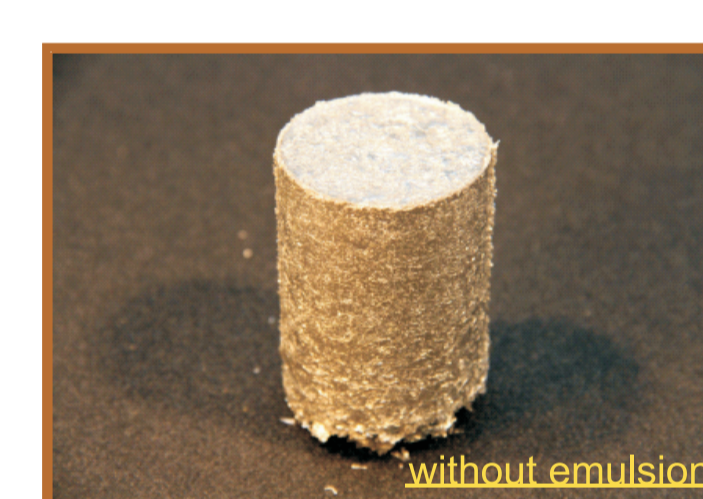
- Billet dimensions: $\varnothing 40 \times 60\text{mm}$,
- Extrusion ratio: $\lambda = 100$,
- Extrusion rate: 0.2 mm/s,
- Billet temperature (initial): 20- $^{\circ}\text{C}$,
- Oscillation frequency: 5 Hz,
- Angle of torsion: -8°



KOBO direct extrusion (20°C)



KOBO direct extrusion (20°C)



Wnioski
Conclusions

Uzyskane wyniki pilotażowych badań stanowią podstawę opracowania skutecznej technologii zagospodarowania wiórów ze stopów magnezu pochodzących z realizacji procesów obróbki ubytkowej służącej wytwarzaniu wyrobów, w tym w przemyśle lotniczym, bez konieczności angażowania procesów metalurgicznych.

Ma to szczególne znaczenie przy poszukiwaniu innowacyjnych rozwiązań technologicznych, ekonomicznie uzasadnionych, umożliwiających korzystny „recykling” i pozwalających na uzyskanie wyrobu o wymaganych wysokich parametrach, umożliwiających ich ewentualne wykorzystanie w przemyśle lotniczym i branżach pokrewnych poszukujących wyrobów lekkich i wytrzymałych. Uzyskane wyniki uzasadniają potrzebę realizacji dalszych badań tego zagadnienia.

The results of pilot studies provide the basis for developing effective management technology of magnesium alloy chips from machining of processes serving the manufacturing of products, including aerospace, without involving metallurgical processes.

This is particularly important in the search for innovative technological solutions, cost-effective, enabling favorable "recycling" and allow to obtain a product with the required high performance, enabling their possible use in the aerospace and related industries looking for a lightweight and durable goods. The results justify the need for the further study of this issue.

