

Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

Modern material technologies in aerospace industry

Plastyczne kształtowanie lotniczych stopów Al (w tym Al - Li) oraz Ti Plastic forming of aeronautical Al (including Al-Li) and Ti alloys

Politechnika Śląska, Politechnika Rzeszowska, Politechnika Lubelska, Politechnika Warszawska, Politechnika Częstochowska

Tytuł rozwiązania Innowacyjnego
Title of the innovative solution

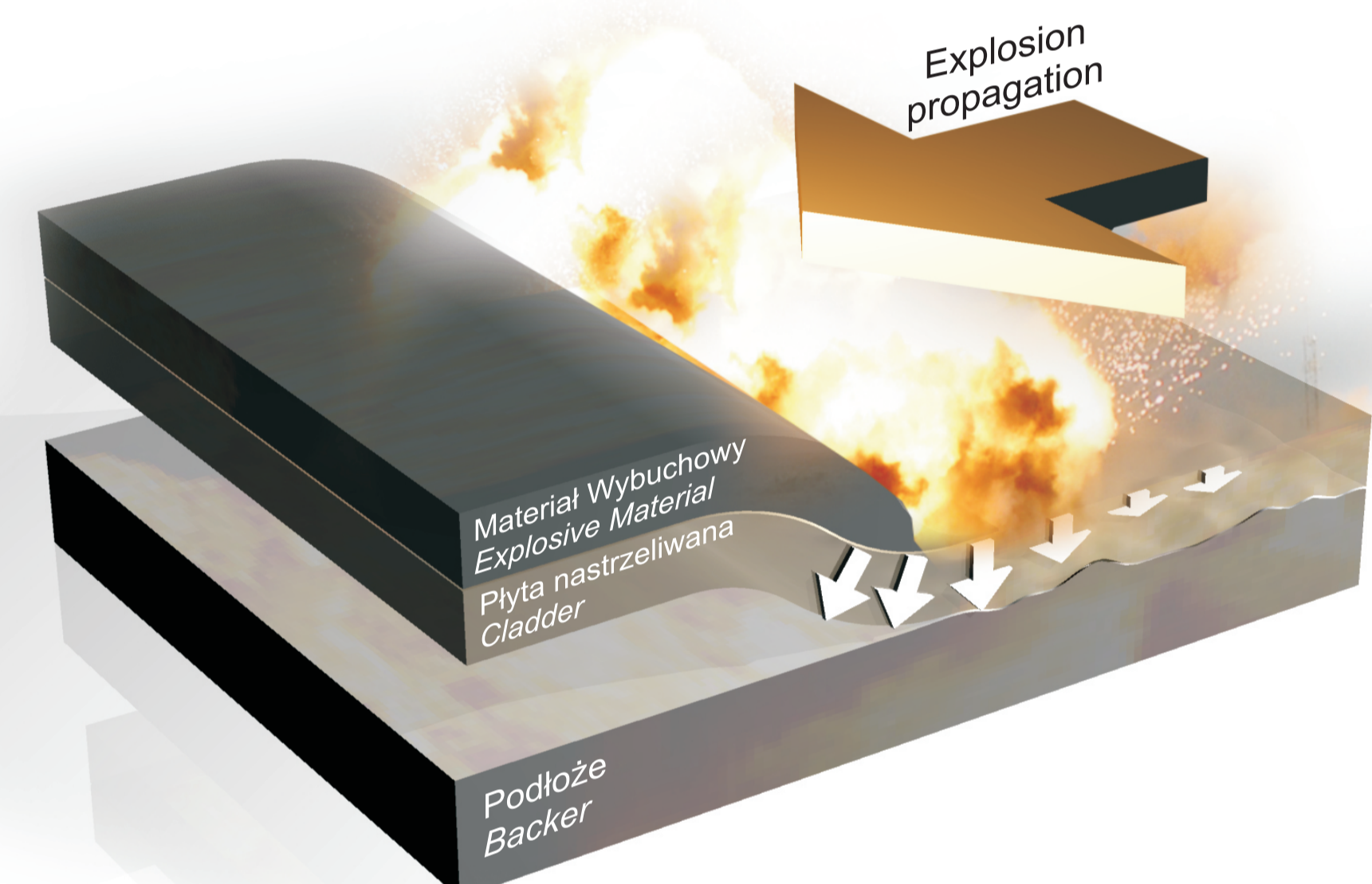
Uzyskanie bimetalu tytan-nikiel oraz bimetalu Ti6Al4V-Inconel 625 metodą łączenia wybuchowego

Production of titanium-nickel and Ti6Al4V-Inconel 625 bimetal using explosive combining method

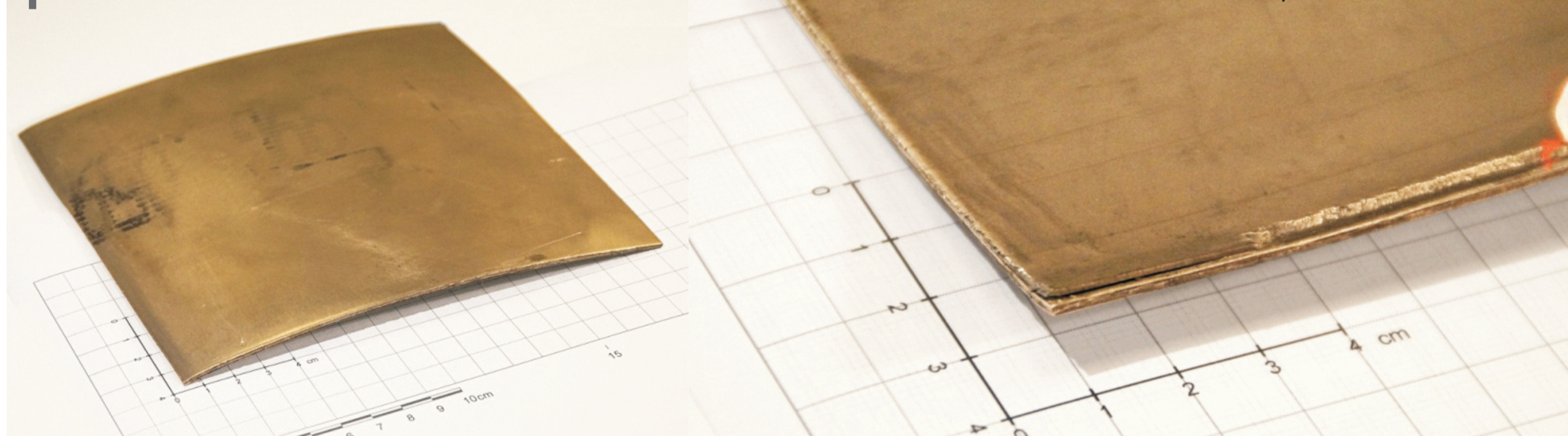
Krótki opis rozwiązania
Brief description of the solution

Proponowana technologia umożliwia uzyskanie trwałego połączenia między dwoma metalami będącymi w formie blach. Uzyskano dwa rodzaje bimetalicznych produktów (blach) łącząc ze sobą (1) tytan z nikiem oraz (2) stop tytanu Ti6Al4V ze stopem niklu Inconel 625. Podczas procesu, wybuch ładunku generuje siłę przyspieszającą materiał nastrożony oraz powoduje impulsowe odkształcenie plastyczne łączonych materiałów. Technologia ma charakter platerowania i dedykowana jest metalom występującym głównie w postaci blach o grubości poniżej 3mm. The proposed technology allows obtaining a good connection between the two metals in the form of sheet. Two types of bimetallic products (plates) were produced: (1) titanium-nickel plate, and (2) Ti6Al4V-Inconel 625 plate. During the process, explosive material generates shockwave which causes local plastic deformation of the joined materials. This technology is dedicated mostly to metal sheets, with thickness less than 3mm.

Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego
Visualization of the innovative solution

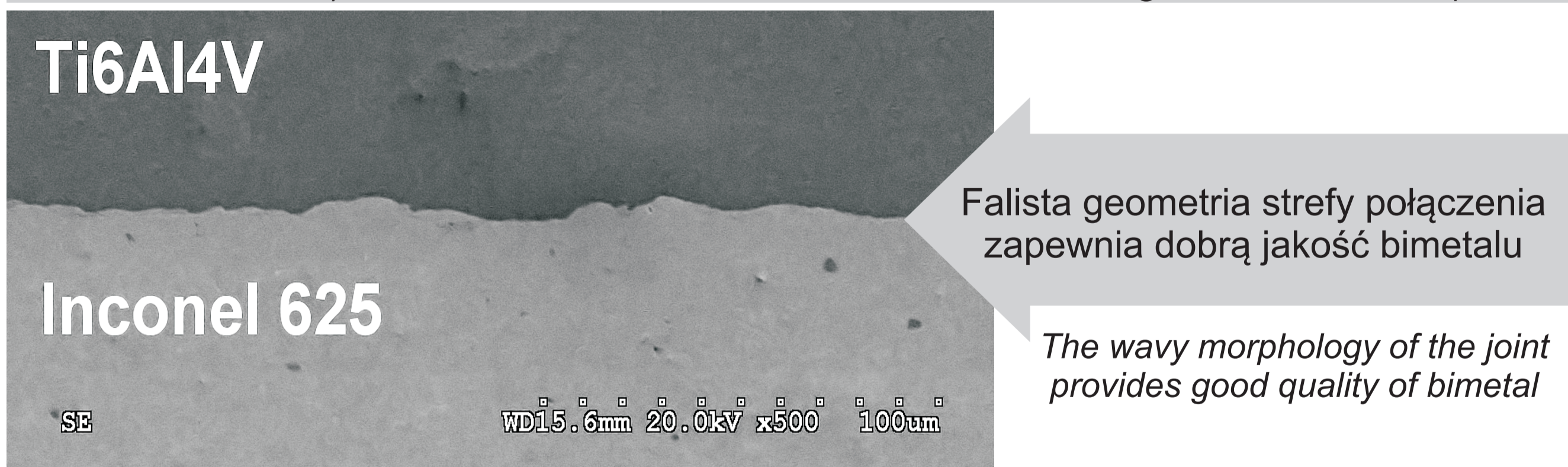


product Obserwacje Makroskopowe
Macroscopic Observations



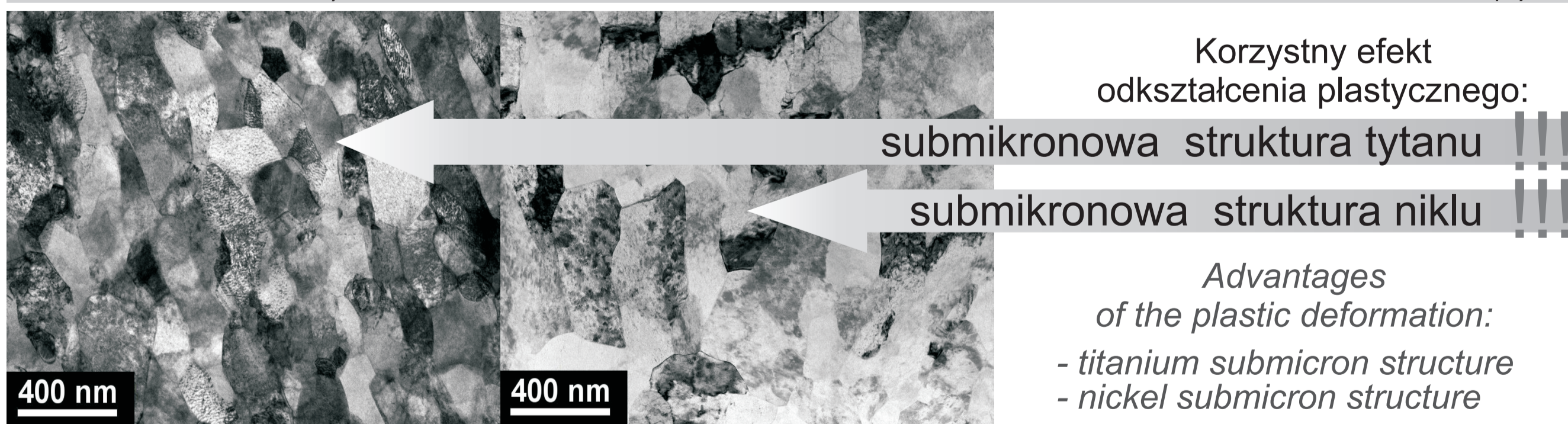
Przykładowa blacha bimetaliczna (Ti6Al4V - Inconel 625).
Example of Ti6Al4V - Inconel 625 bimetal.

SEM analysis Skaningowy Mikroskop Elektronowy
Scanning Electron Microscope



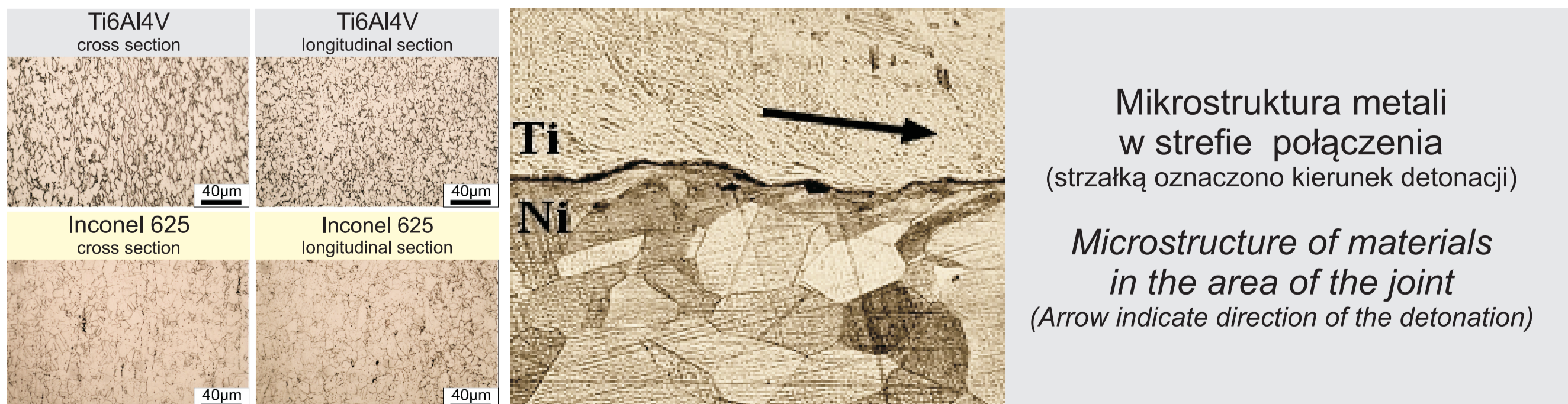
Falista geometria strefy połączenia zapewnia dobrą jakość bimetalu
The wavy morphology of the joint provides good quality of bimetal

TEM analysis Transmisyjny Mikroskop Elektronowy
Transmission Electron Microscopy



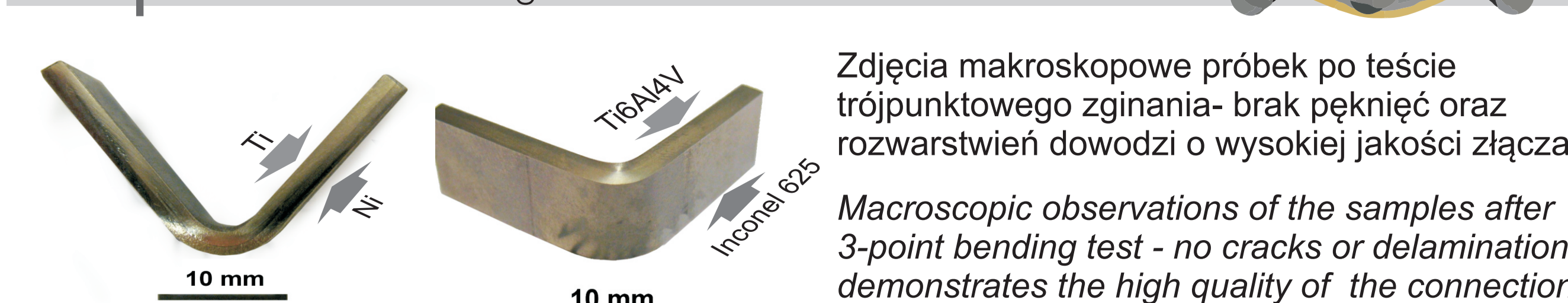
Korzystny efekt odkształcenia plastycznego:
- submikronowa struktura tytanu
- submikronowa struktura niklu
Advantages of the plastic deformation:
- titanium submicron structure
- nickel submicron structure

Microstructure analysis Mikroskopia świetlna
Light Microscopy



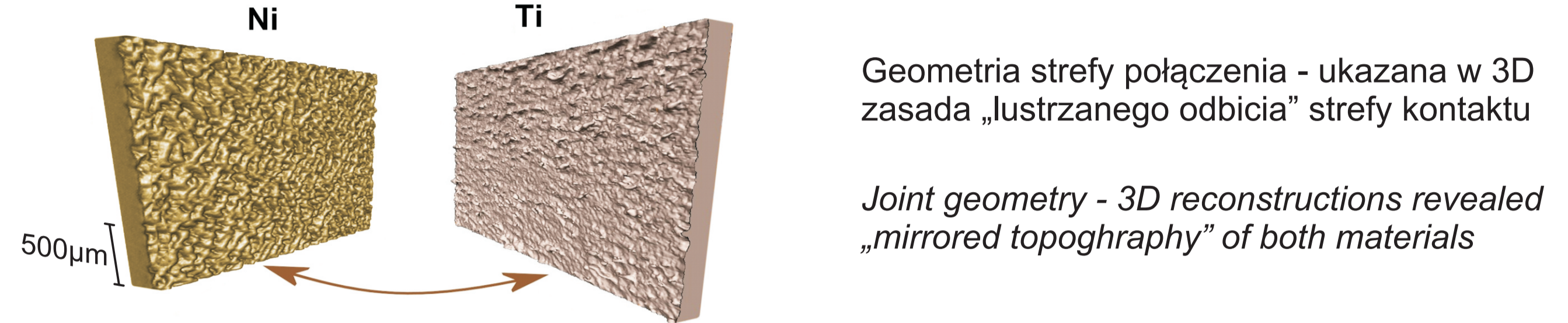
Mikrostruktura metali w strefie połączenia (strzałką oznaczono kierunek detonacji)
Microstructure of materials in the area of the joint (Arrow indicate direction of the detonation)

3-point bending test



Zdjęcia makroskopowe próbek po teście trójpunktowego zginania- brak pęknięć oraz rozwarstwień dowodzi o wysokiej jakości złącza
Macroscopic observations of the samples after 3-point bending test - no cracks or delamination demonstrates the high quality of the connection

uXCT 3D analysis Komputerowa Mikrotomografia Rentgenowska
X-ray Computer microTomography



Geometria strefy połączenia - ukazana w 3D zasada „lustrzanego odbicia” strefy kontaktu

Joint geometry - 3D reconstructions revealed „mirrored topography” of both materials

Zalety i ograniczenia rozwiązania innowacyjnego
Advantages and restrictions of innovative solution

Zalety: Możliwość łączenia metali, których spajanie innymi metodami jest mało efektywne lub niemożliwe, wyeliminowanie problemu związanego z nagrzewaniem i przetapianiem materiału, uzyskanie bimetalu z wytrzymałymi i trudno-odkształcalnymi metali oraz możliwość platerowania powierzchni o rozmiarach nieosiągalnych dla innych technologii.
Wady: Ograniczenia w łączeniu detali o skomplikowanych kształtach, specyficzne warunki procesu.

Advantages: Possibility of joining materials which cannot be bonded in effective way by other methods, elimination of the heating and remelting of the materials, possibility of joining tough and hard-deformable metals and obtaining metal sheets with size out of reach by other technologies.
Disadvantages: Restrictions on combining parts with complex shapes, specific process conditions.

Możliwe zastosowania w lotnictwie i innych galeziach gospodarki
Examples of application in aviation and other branches

Przemysł chemiczny, elektrochemiczny (np. w budowie elektrolizerów), spożywczy
Chemical and electrochemical industry (eg. In the construction of electrolyzers), food processing industry

Oferta dla przemysłu
The offer for industry

Technologia umożliwia uzyskanie bimetalicznych produktów z metali i stopów wykorzystywanych w przemyśle lotniczym - są to bimetale typu Ti/Ni oraz Ti6Al4V/Inconel 625, które są rzadko spotykane na rynku. Rozwiązanie stanowi niszyowy obszar w branży łączenia wybuchowego. Proponowana oferta posiada także potencjał w dziedzinach przemysłu stosujących tytan, nikiel oraz ich stopy.

This technology allows obtaining bimetallic products from metals and alloys used in the aviation industry; Ti/Ni bimetal and Ti6Al4V/Inconel 625 bimetal, which are rare in the market. This solution is a niche in the explosive bonding area. The proposed offer has a significant potential in industrial fields that use titanium, nickel and their alloys.

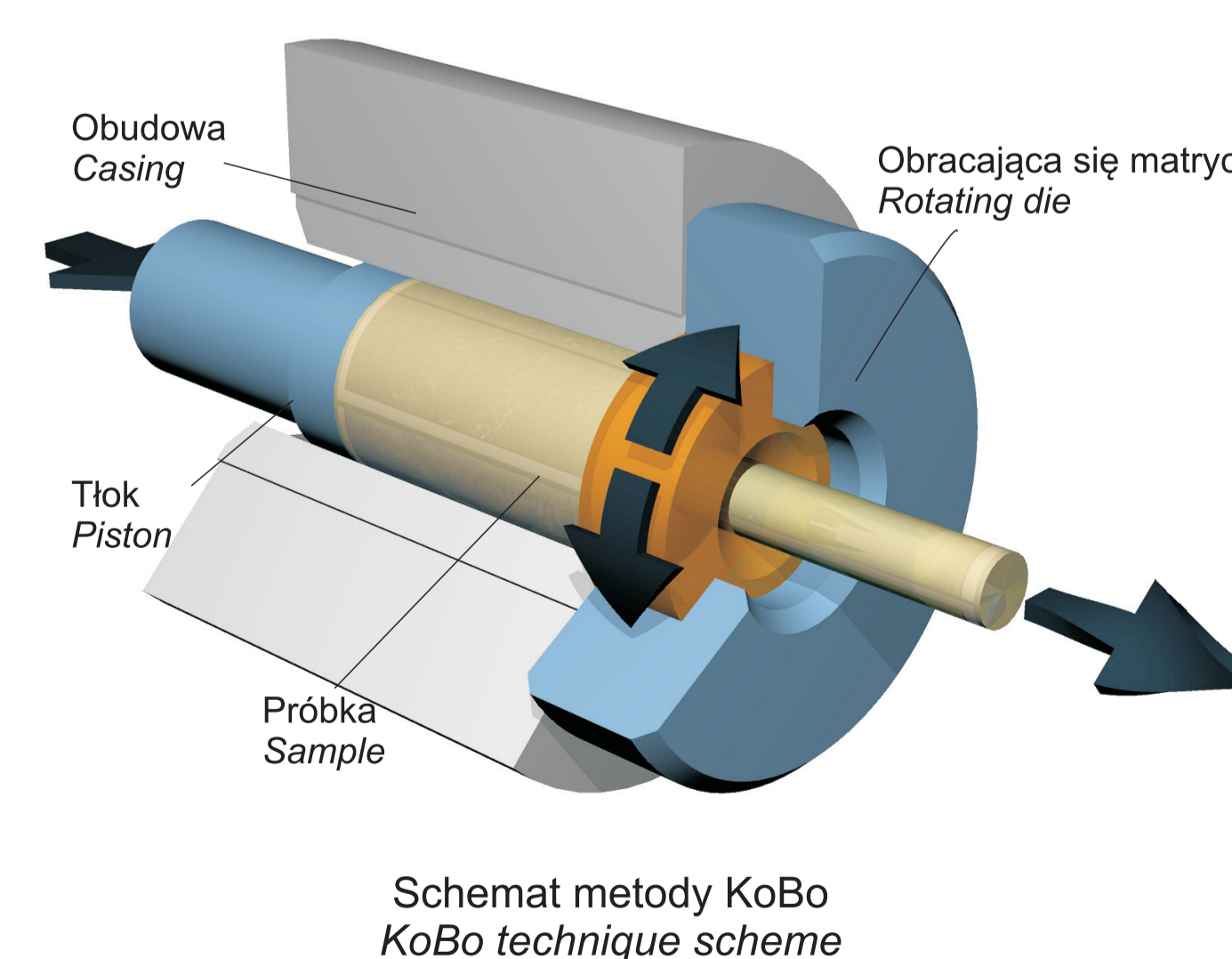
Tytuł rozwiązania Innowacyjnego
Title of the innovative solution

Technologia recyklingu odpadów wiórowych z tytanu Grade 2 Titanium Grade 2 chips recycling technology

Krótki opis rozwiązania
Brief description of the solution

W ramach niniejszego projektu proponuje się technologię recyklingu tytanowych wiórow, która umożliwia zagospodarowanie odpadów powszechnie uznawanych za złom. W ramach recyklingu wióry poddawane są procesom dwuetapowej przeróbki plastycznej, podczas której są zagęszczane oraz konsolidowane. Proces technologiczny opiera się na wstępnym spęczaniu a następnie wyciskaniu współbieżnym metodą KoBo. Efektem opracowanej technologii jest objętościowy oraz lity produkt w formie pręta o gęstości powyżej 98,5%. Niniejsza technologia umożliwia uzyskanie materiału o mikrostrukturze i właściwościach mechanicznych porównywalnych z komercyjnie dostępnym tytanem.
The proposed technology allows management of the titanium waste, generally considered as a scrap. Within proposed recycling procedure, chips are subjected to a two-step plastic deformation processing, during which they are compacted and consolidated. The technological process is based on the initial consolidation and then concurrent extrusion using KoBo processing. The result of this technology is bulk and solid product in the form of a rod of density above 98.5%. This technology allows obtaining material with microstructure and mechanical properties comparable with commercially available titanium.

Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego
Visualization of the innovative solution



Schemat metody KoBo
KoBo technique scheme

processing

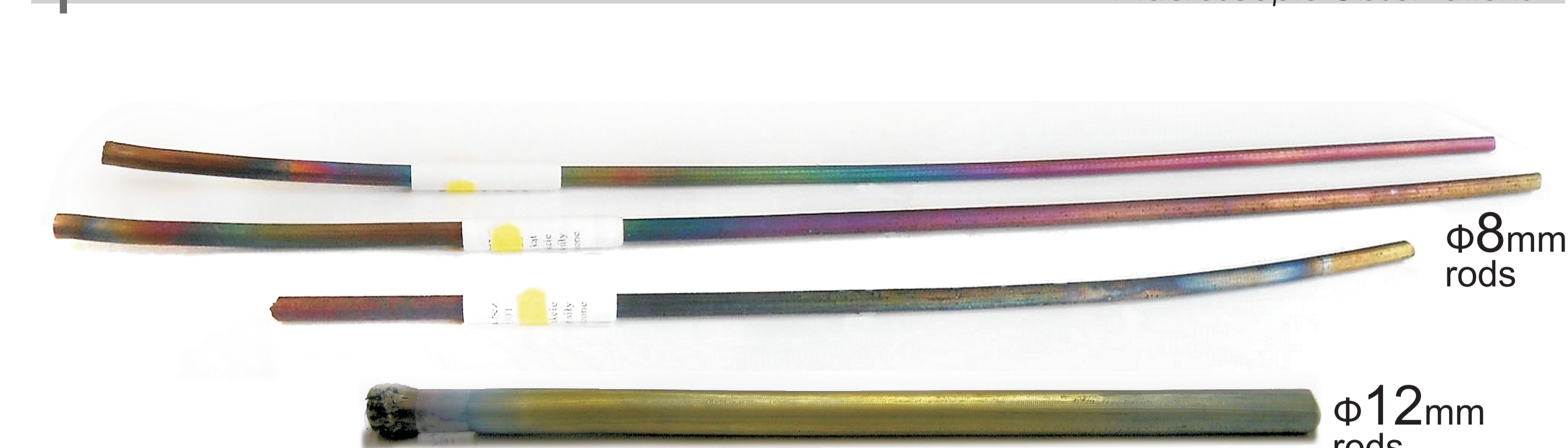


Przykładowe wióry Ti Grade2
Example of TiGrade2 chips

Wstępnie skonsolidowane wióry
Pre-consolidated chips

Stanowisko do wyciskania KoBo
KoBo extrusion machine Hydromet Bytom

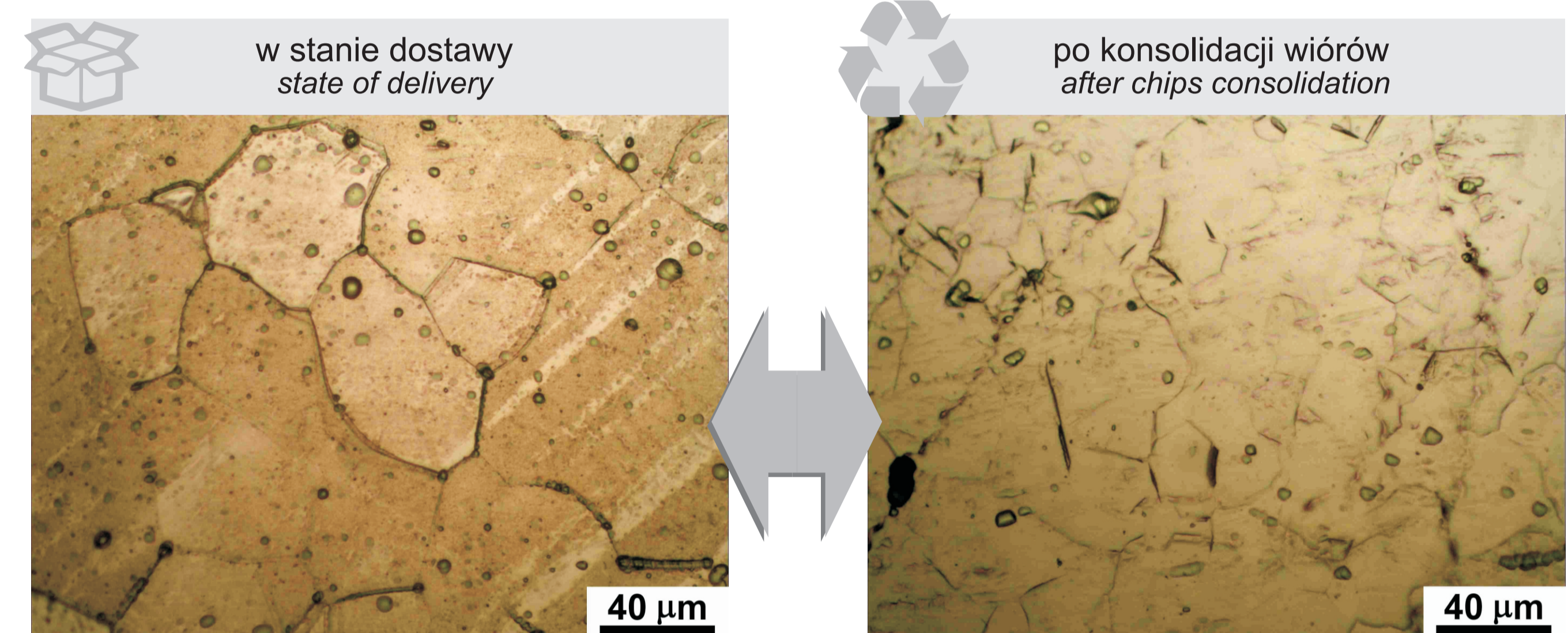
products Obserwacje Makroskopowe
Macroscopic Observations



Próbki po przeróbce plastycznej metodą KoBo
Samples after KoBo plastic deformation

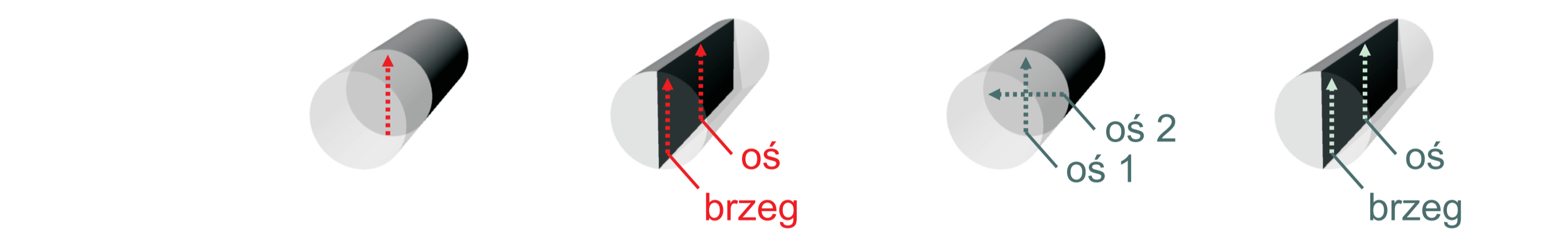
Mikroskopia świetlna

Microstructure analysis Light Microscopy

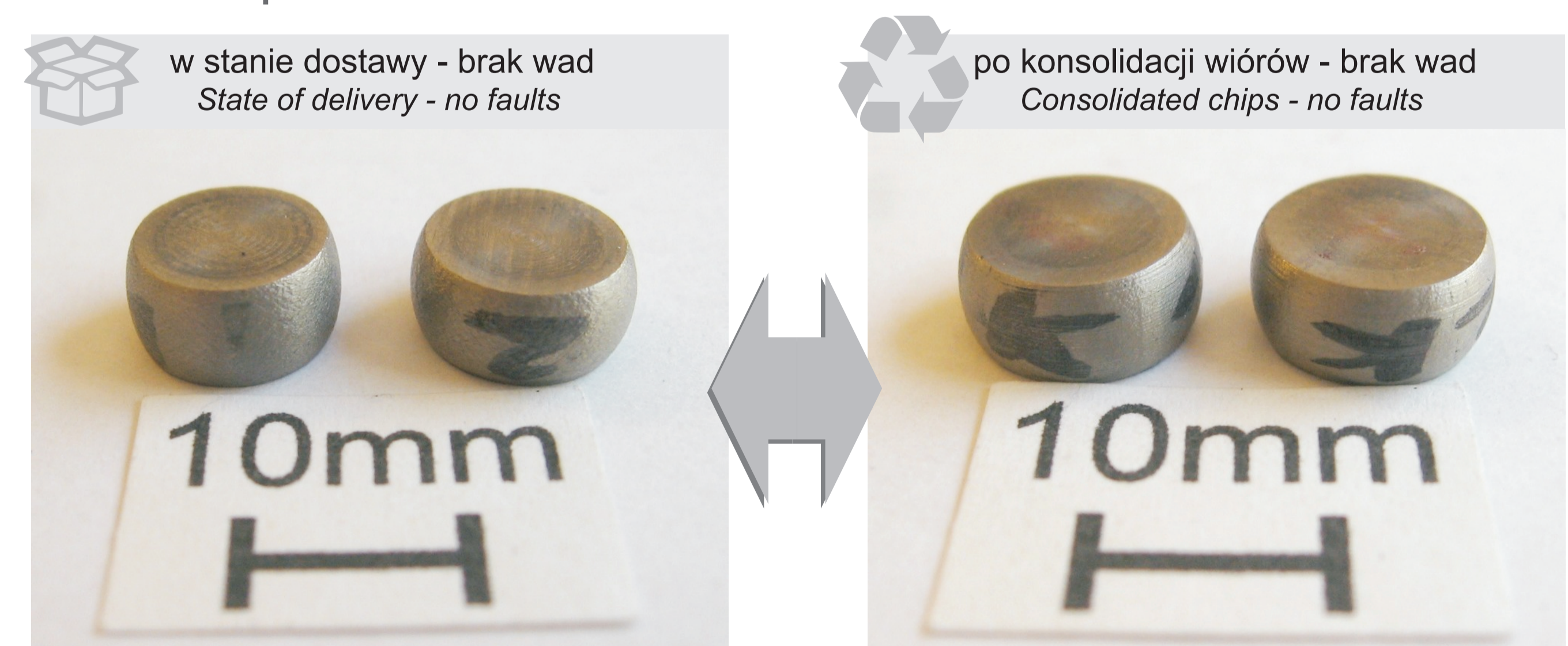


Microhardness test HV0,2

	w stanie dostawy State of delivery			po konsolidacji wiórow Consolidated chips			
	przekrój poprzeczny cross section	przekrój wzdłużny longitudinal section	oś brzeg	oś 1	oś 2	oś brzeg	oś 1
HV0,2	155	157	166	160	157	174	189
SD	10,7	7,6	9,2	10,9	7,9	7,3	10,5
CV	0,07	0,05	0,06	0,07	0,05	0,04	0,06



Compression test Obserwacje Makroskopowe
Macroscopic Observations



Zalety i ograniczenia rozwiązania innowacyjnego
Advantages and restrictions of innovative solution

Zalety: Możliwość zagospodarowania odpadów produkcyjnych, ponowne wykorzystanie materiału, alternatywa wobec energochłonnej technologii recyklingu bazujących na przetopie materiału w atmosferze ochronnej bądź próżni.

Wady: Ograniczone wymiary produktu (maksymalna średnica 12mm, długość 1000mm), w przypadku wymagań, co do jakości powierzchni konieczna wykańczająca obróbka powierzchniowa, wymagana specjalistyczna maszyna technologiczna.

Advantages: Possibility of waste processing and material reuse, alternative to energy-intensive recycling technology based on remelting material in protective atmosphere or vacuum.

Disadvantages: Limited product dimensions (maximum diameter of 12mm and length of 1000mm), in applications requiring high-quality surface, finishing surface treatment is necessary, process requires specialized machinery.

Możliwe zastosowania w lotnictwie i innych galeziach gospodarki
Examples of application in aviation and other branches

Przemysł lotniczy oraz medyczny stosujący obróbkę skrawaniem tytanu podczas procesów wytwarzania. Dodatkowo, firmy zajmujące się recyklingiem metali.
Aerospace, medical and all industries that use titanium machining processes. Additionally, metal recycling companies.

Oferta dla przemysłu
The offer for industry

Ofertę stanowi nowatorska technologia umożliwiająca zagospodarowanie i komercyjnie wykorzystanie złomu wiórowego z tytanu Grade 2.
The proposed offer is an innovative technology for development and commercial utilization of titanium Grade 2 machining waste.