

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, Instytut Lotnictwa w Warszawie

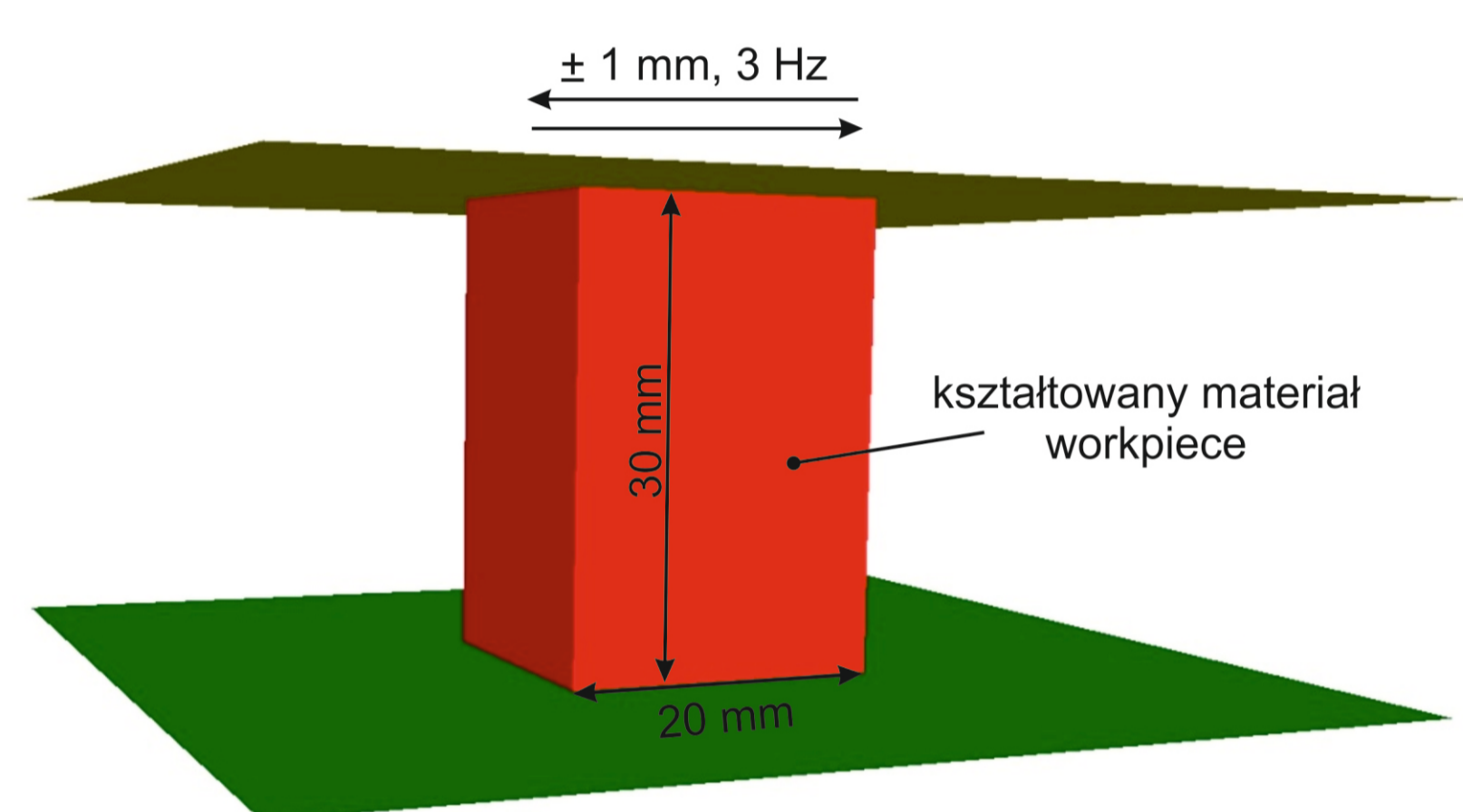
Wyniki badań Results

Model numeryczny kucia stopów tytanu i aluminium wspomaganego oddziaływaniem naprężeń ścinających

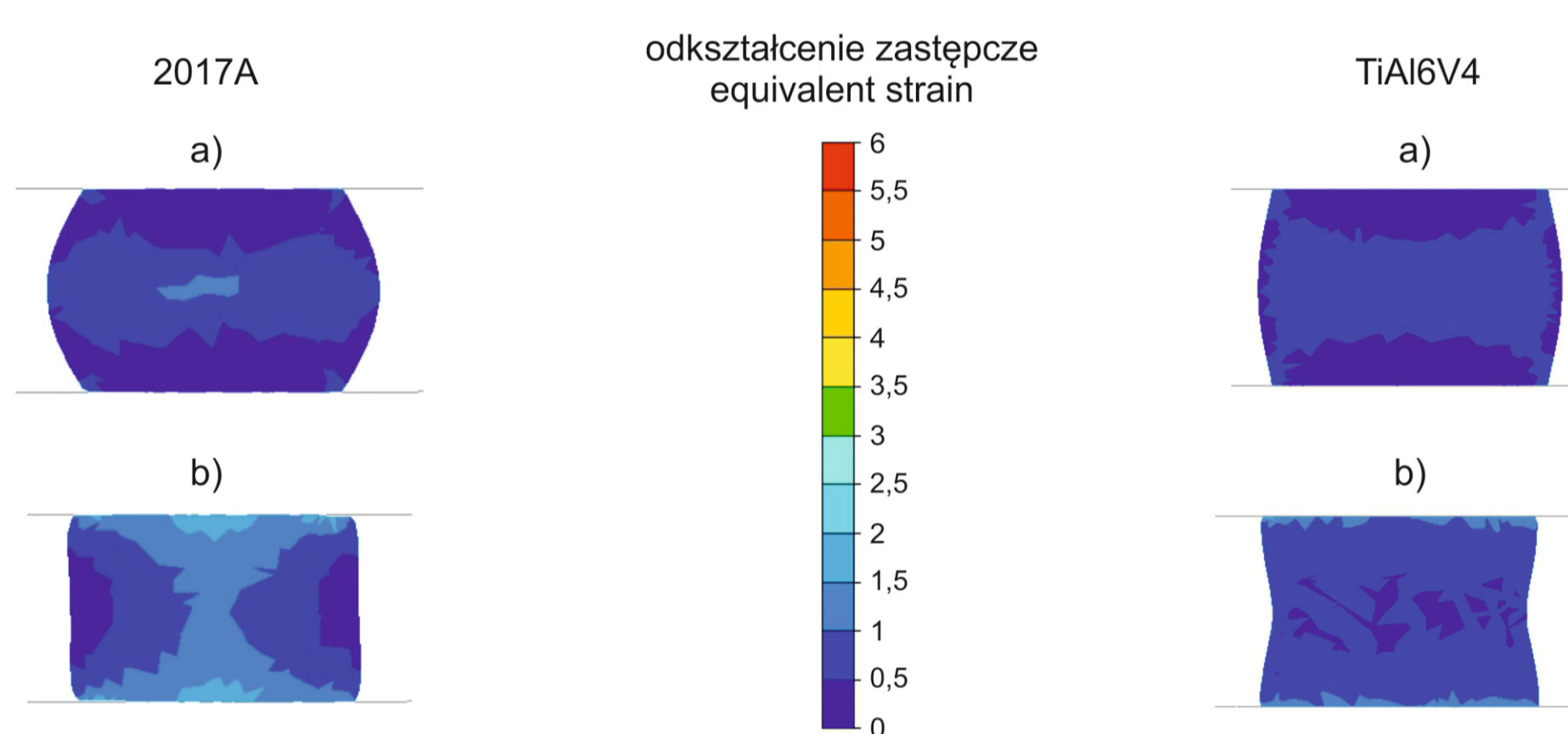
A numerical model of titanium and aluminium alloys forging aided by shear stress

Opracowany model numeryczny (rys.1) odwzorowuje warunki kształtowania materiału w procesie kucia wspomaganego naprężeniami ścinającymi na przyrządzie przedstawionym na rys. 5. W celu wykazania możliwości proponowanej metody kształtowania, przeprowadzono wstępne symulacje kształtowania tym sposobem stopu aluminium 2017A i tytanu TiAl6V4 oraz dla porównania - kucia konwencjonalnego. Przedstawione na rys. 2-4 wyniki wskazują, że oczekiwane efekty w postaci znacznego przyrostu odkształcenia i zmniejszenia siły w stosunku do kucia konwencjonalnego są szczególnie widoczne przy zastosowaniu dużych gniotów.

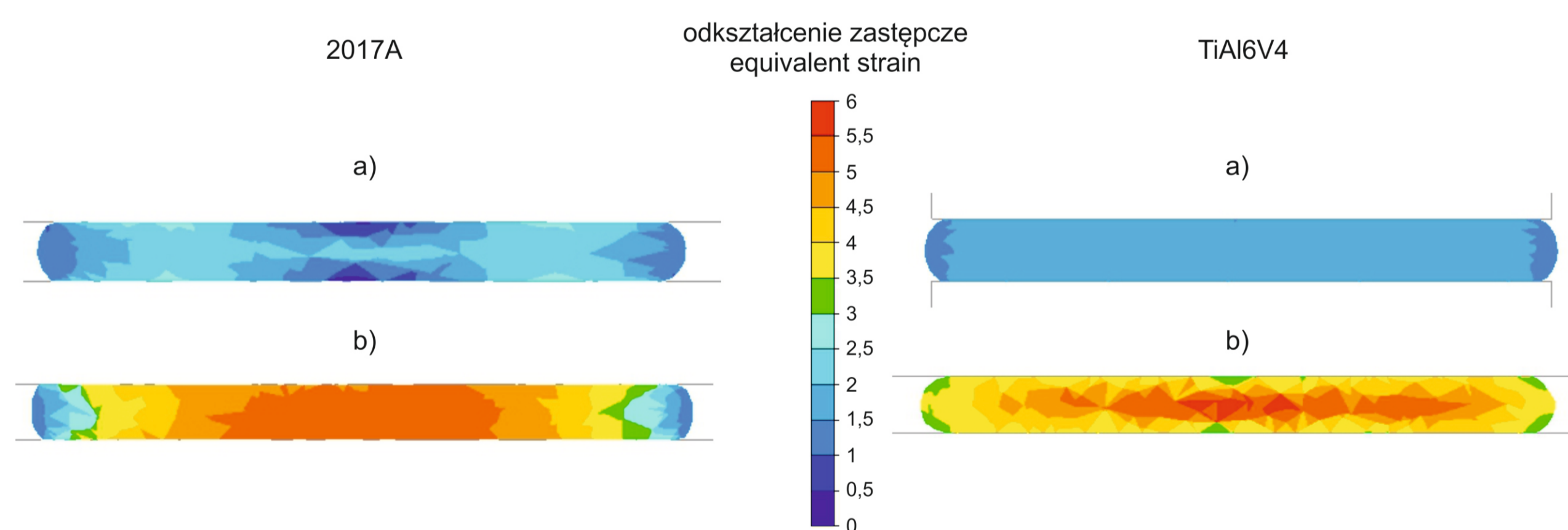
The numerical model (Fig. 1) represents forming conditions during forging aided by shear stress in the device presented in Fig. 5. To show potentials of the proposed forming method, preliminary simulations were performed for both 2017A and TiAl6V4 alloys. For comparison, simulation of conventional forging was performed. The results presented in Figs. 2-4 show that the expected effects such as significant increase of strain and reduction of forging force is achieved for large reductions in height.



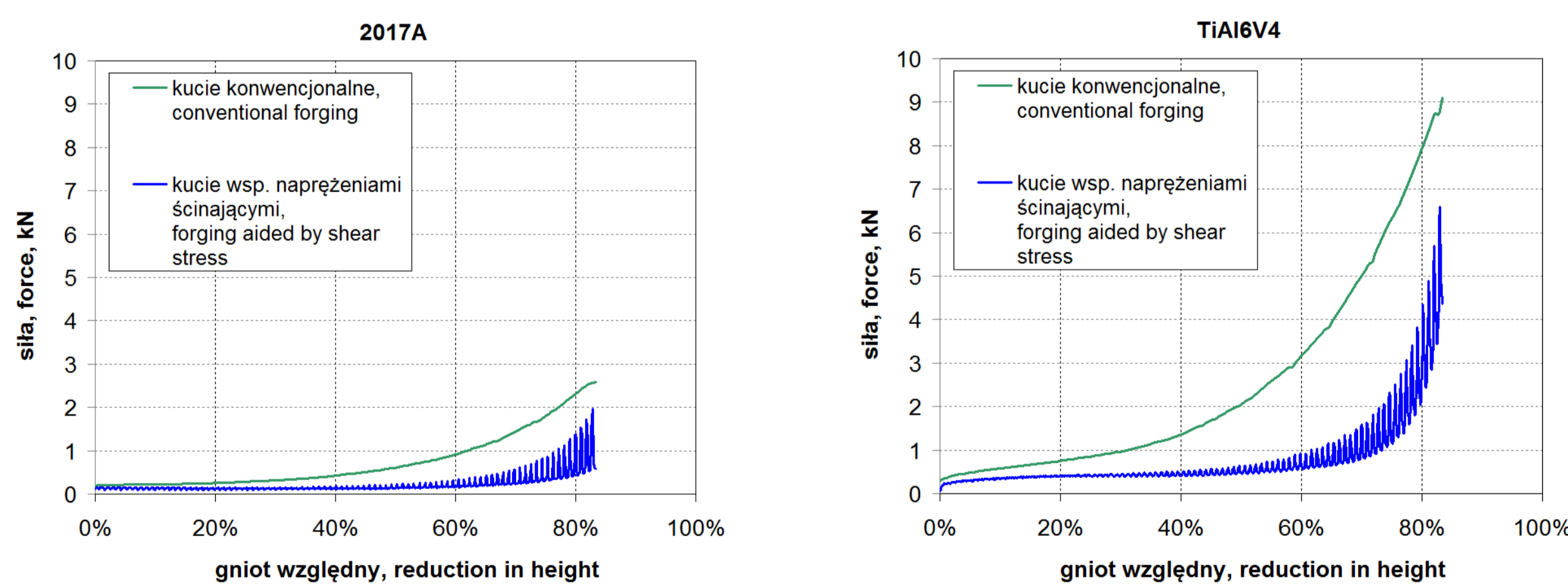
Rys.1. Model geometryczny kucia wspomaganego oddziaływaniem naprężeń ścinających
Fig.1. A geometric model of forging aided by shear stress



Rys.2. Rozkłady odkształcenia zastępczego po 50% gniocie względny na przekrojach wśadów poddanych a) kuciu konwencjonalnemu, b) kuciu wspomaganym naprężeniami ścinającymi
Fig.2. Equivalent strain distributions after 50% reduction in height on the cross-sections of workpieces subjected to a) conventional forging, b) forging aided by shear stress



Rys.3. Rozkłady odkształcenia zastępczego po 83% gniocie względny na przekrojach wśadów poddanych a) kuciu konwencjonalnemu, b) kuciu wspomaganym naprężeniami ścinającymi
Fig.3. Equivalent strain distributions after 83% reduction in height on the cross-sections of workpieces subjected to a) conventional forging, b) forging aided by shear stress



Rys.4. Porównanie sił podczas kucia wspomaganego naprężeniami ścinającymi i kucia konwencjonalnego dla dwóch analizowanych stopów
Fig.4. Comparison of forces during forging aided by shear stress and during conventional forging for two investigated alloys

Wskaźniki realizacji celów projektu Indicators of the project

Referaty

- Grosman F., Pawlicki J.: *Technologiczna plastyczność wybranych stopów tytanu i aluminium w próbach oscylacyjnego skręcania*. IX Konferencja Naukowa OMIS 2011, 22-25.11.2011, Łańcut
- Grosman F., Pawlicki J.: *Wpływ sposobu obciążenia na naprężenie uplastyczniające stopu tytanu GRADE 2*, XI Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Titan i jego stopy - 2011”, 9-12.10.2011, Myczkowce

Prace mgr, dr, hab.

Praca habilitacyjna

Tytuł: *Wpływ historii odkształcenia na naprężenie uplastyczniające w procesach odkształcania plastycznego na zimno*
Autor: dr inż. Jacek Pawlicki
Status: w trakcie opracowania wydawniczego

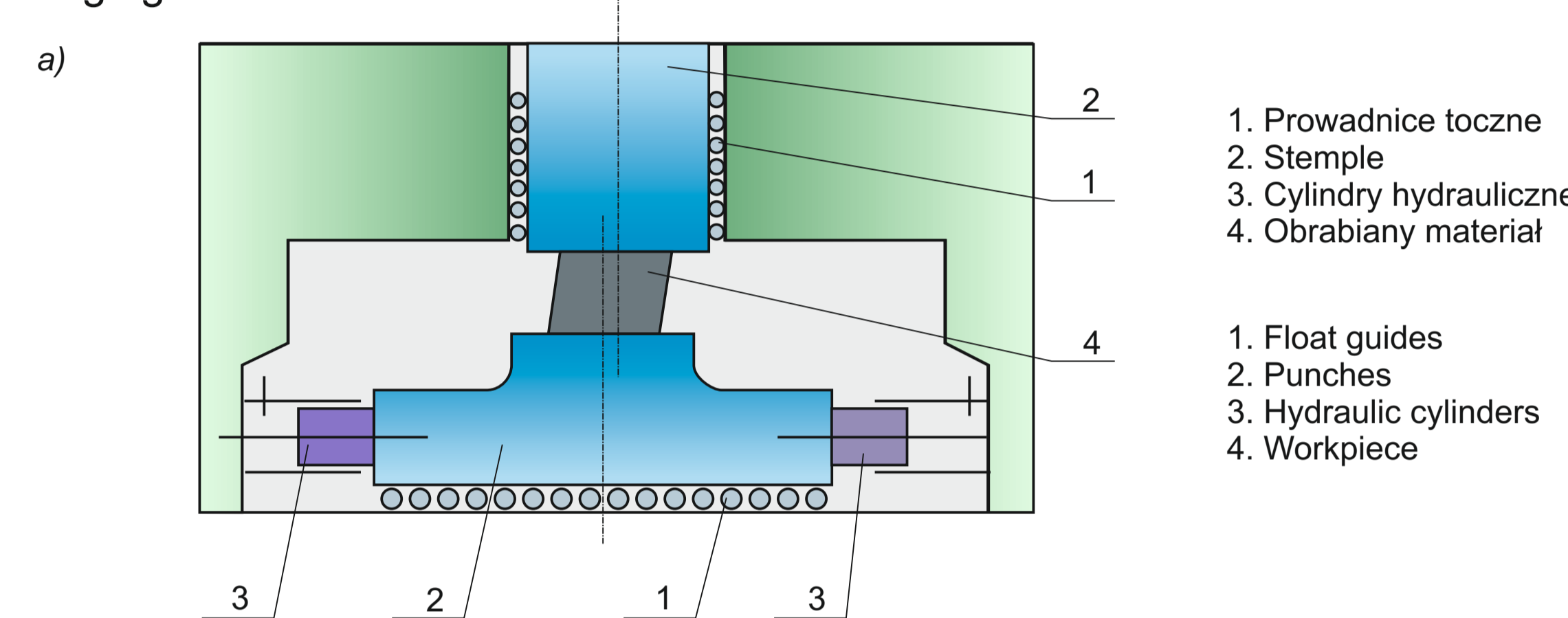
Nowe urządzenia do niekonwencjonalnych metod kształtowania plastycznego New devices for non-conventional metal forming

Przyrząd do kształtowania plastycznego wspomaganego oddziaływaniem naprężeń ścinających

A device for metal forming aided by shear stress

W Katedrze Technologii Materiałów Politechniki Śląskiej opracowano koncepcję nowego, unikalnego przyrządu do kształtowania plastycznego wspomaganego oddziaływaniem naprężeń ścinających (rys. 5). Przyrząd został wykonany w zakładzie Hydromet Bytom i będzie montowany w przestrzeni roboczej dwukolumnowej prasy hydraulicznej pionowego działania, o maksymalnej sile nacisku 1500 kN. Wprowadzenie poprzecznego ruchu stempla daje możliwość wymuszenia zmiany drogi odkształcenia, co skutkuje uzyskaniem znacznie większych wartości odkształcenia lokalnego i mniejszych sił niż w przypadku kucia konwencjonalnego.

A concept of unique device for metal forming aided by shear stress was developed at Department of Materials Technology of Silesian University of Technology (Fig. 5). The device was made in Hydromet Bytom and will be mounted in the working space of the vertical two-column hydraulic press with the maximum load of 1500 kN. Thanks to additional transverse movement of the punch, the induced strain path effect can be obtained. As a result, significant increase of local strains and lower forces can be achieved in comparison with conventional forging.



Rys.5. Przyrząd do kształtowania plastycznego wspomaganego oddziaływaniem naprężeń ścinających a) schemat przyrządu b) widok ogólny

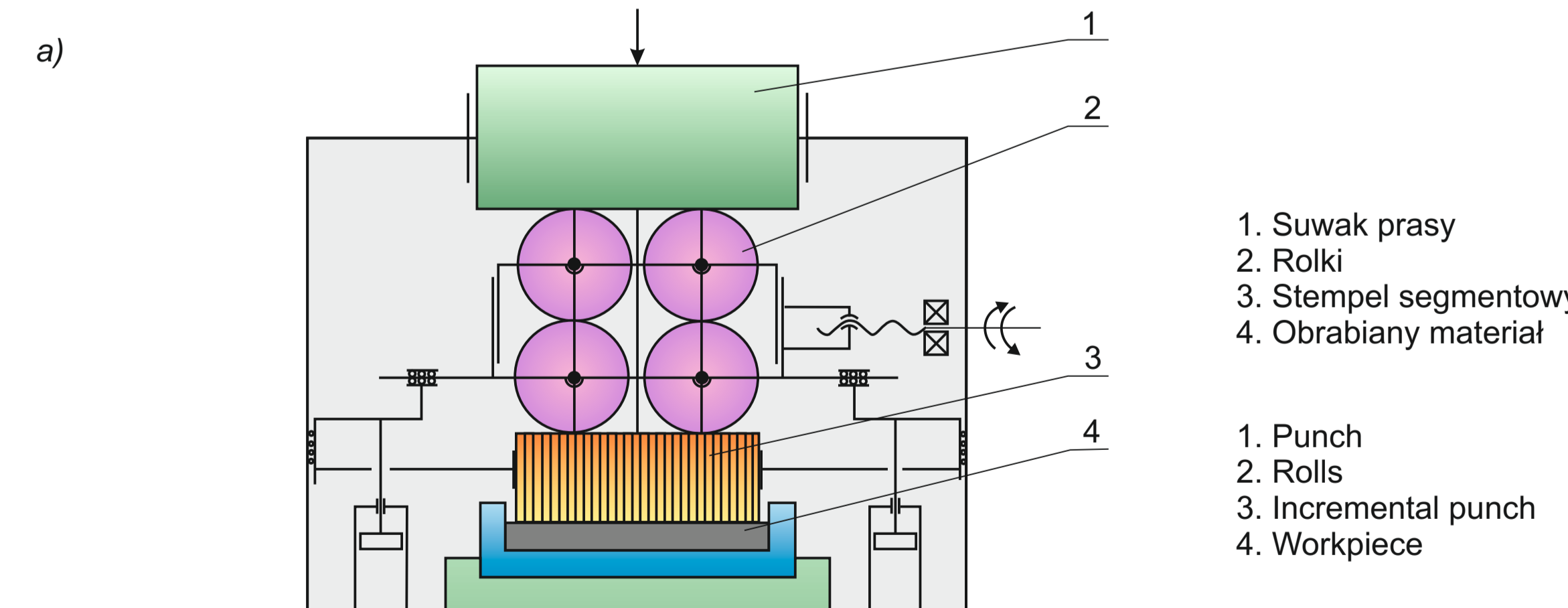
Fig.5. A device for metal forming aided by shear stress a) a schematic diagram, b) a general view of the device.

Przyrząd do kształtowania segmentowego

A device for incremental metal forming

Drugim zaprojektowanym w Katedrze i wykonanym przez Hydromet urządzeniem jest przyrząd do kucia segmentowego z posuwisto-zwrotnym ruchem rolek roboczych (rys. 6). Będzie on działał również w przestrzeni roboczej prasy. Zaproponowany sposób kształtowania daje możliwość zmniejszenia wymaganych jednostkowych nacisków prasy, gdyż nacisk ten jest przekazywany na fragment powierzchni kształtowanego materiału.

A device for incremental forming with reciprocating movement of working rolls is another one developed at the Department and made by Hydromet (Fig. 6). It will be also operate in the working space of the press. Proposed forming method enables to reduce required press load, because load is exerted on a fragment of the workpiece surface.



Rys.6. Przyrząd do kształtowania segmentowego z posuwisto-zwrotnym ruchem rolek roboczych a) schemat przyrządu, b) widok ogólny

Fig.6. A device for incremental forming with reciprocating movement of working rolls a) a schematic diagram b) a general view of the device

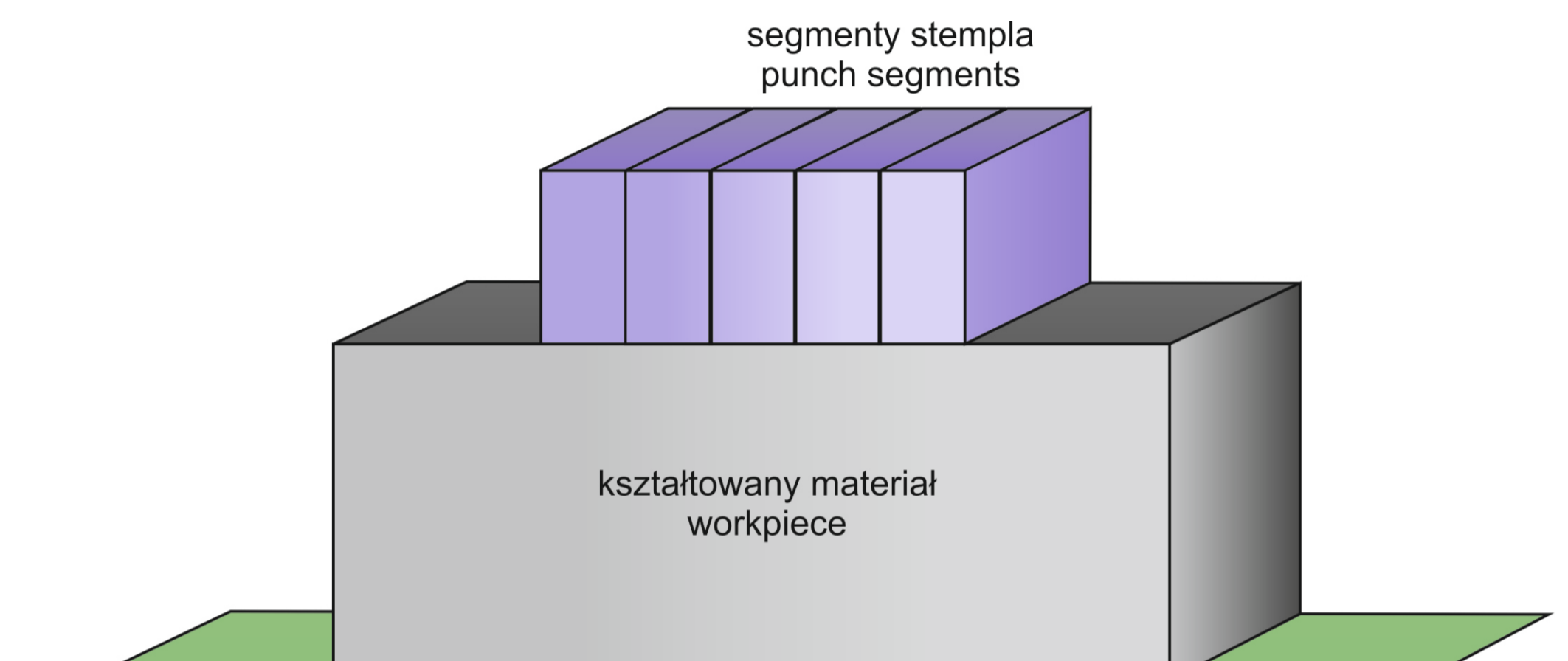
Wyniki badań Results

Model numeryczny kucia segmentowego stopu tytanu

A numerical model for incremental forging of TiAl6V4 (Grade 5) alloy

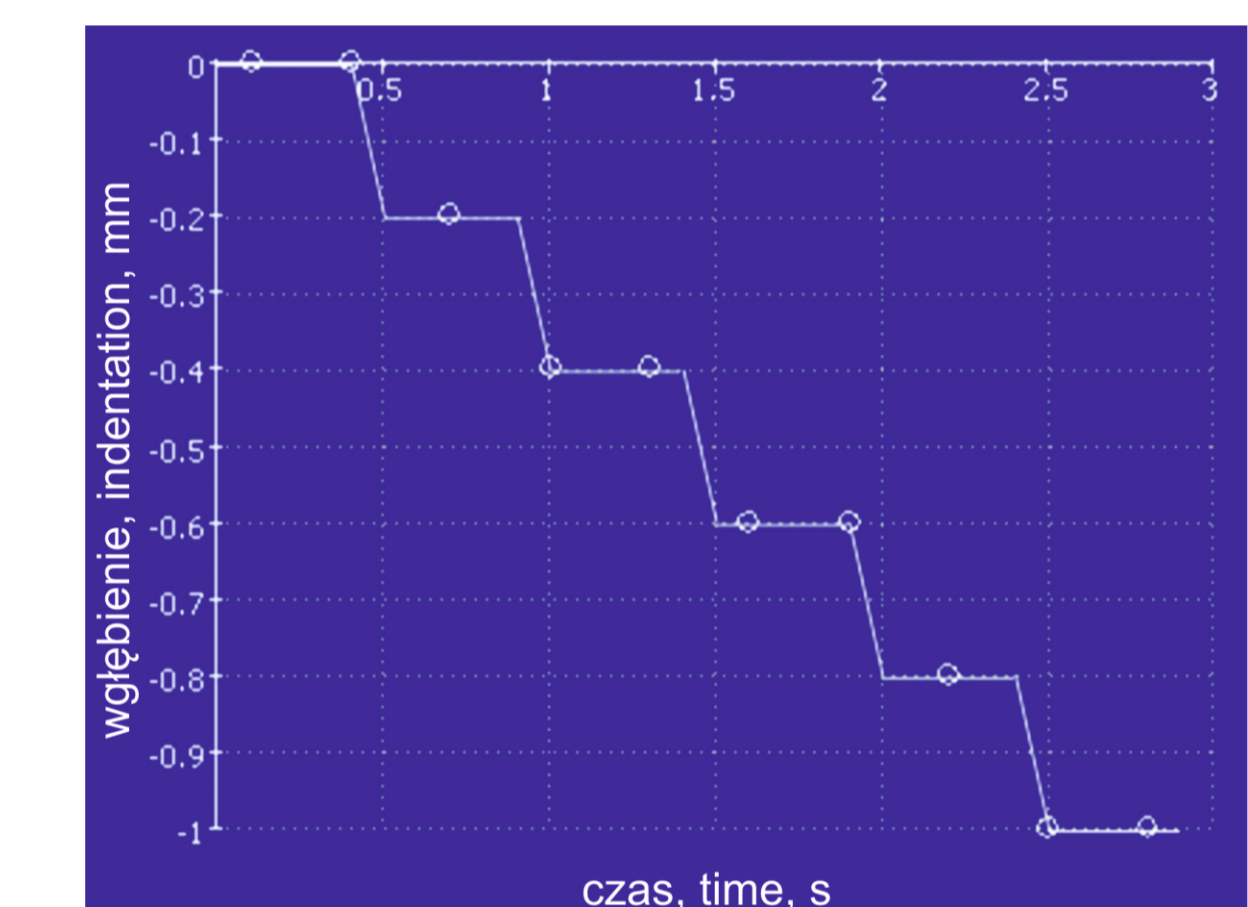
Opracowano uproszczony model (rys. 7 i 8), który odwzorowuje warunki kształtowania materiału w procesie kucia segmentowego na przyrządzie przedstawionym na rysunku 6. W celu wykazania możliwości proponowanej metody kształtowania, przeprowadzono wstępne symulacje kucia segmentowego stopu tytanu TiAl6V4 oraz dla porównania - kucia konwencjonalnego, w którym nacisk wywierano równocześnie całą powierzchnią wśadu znajdującą się pod segmentami stempla. Pojedyncze wgłębienie segmentu wynosiło 0,2 mm. Na rysunku 9 przedstawiono porównanie przebiegów siły kucia. Uzyskane wyniki wskazują, że w analizowanym przypadku wartości siły wymagane do kucia segmentowego są trzykrotnie niższe niż w przypadku kucia konwencjonalnego.

The simplified model was developed (Figs. 7 and 8) that describes the forming conditions during incremental forging in the device presented in Fig. 6. To show potentials of the proposed forming method, preliminary simulation of incremental forging were performed for TiAl6V4 alloy. For comparison, simulation of conventional forging was performed, during which press load was exerted on the whole surface under the incremental punch. The single indentation of a segment was set to 0.2 mm. The force courses are compared in Fig. 9. For the analyzed case it was found that forces required for incremental forging are three times lower than those in conventional forging.

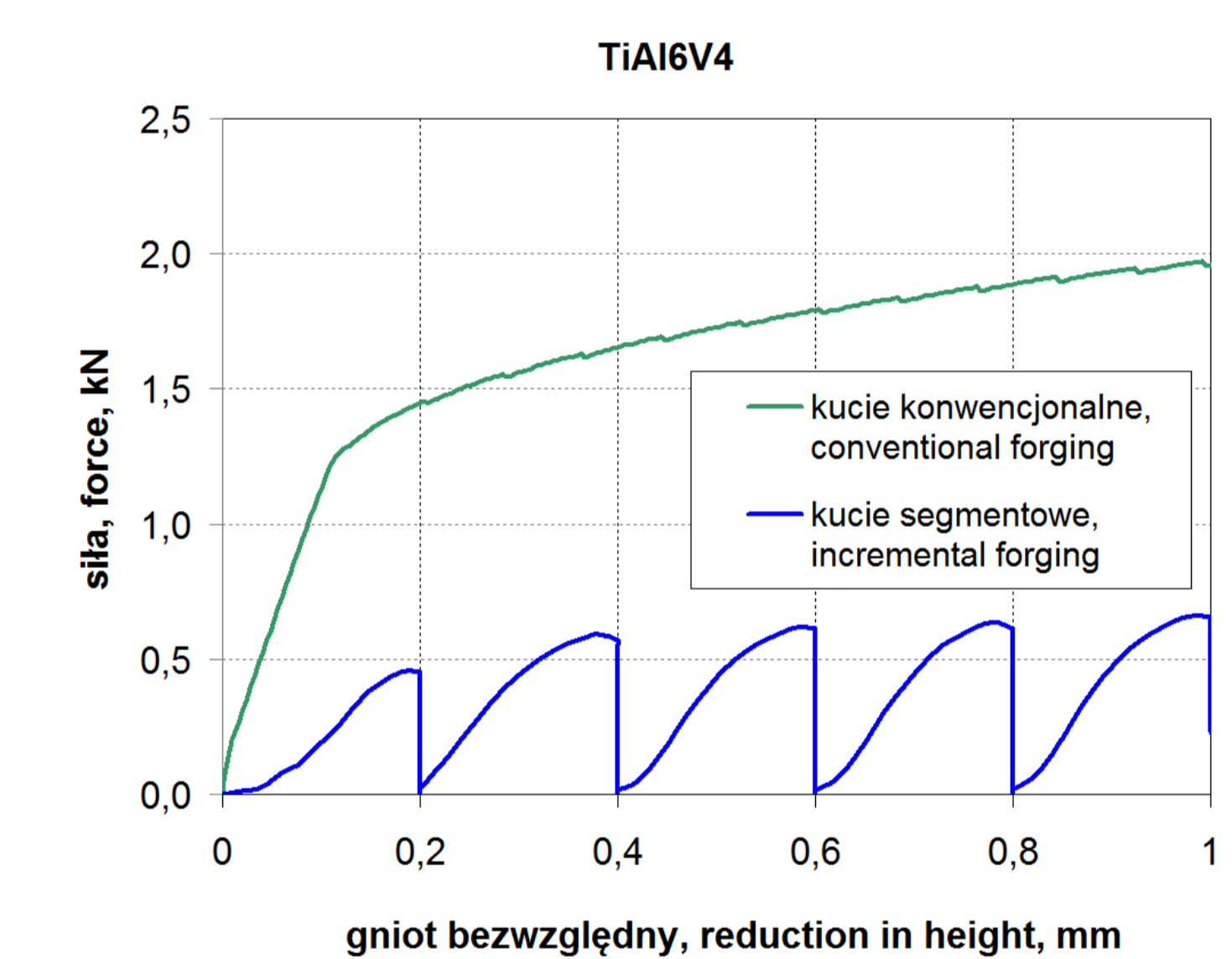


Rys.7. Model geometryczny kucia segmentowego oraz przebieg ruchu jednego z segmentów stempla

Fig.7. A geometric model of incremental forging



Rys.8. Zdefiniowanie ruchu jednego z segmentów stempla
Fig.8. A definition of movement for one of the punch segment



Rys.9. Porównanie sił podczas kucia segmentowego i kucia konwencjonalnego stopu tytanu TiAl6V4 (grade 5) (na wykresie przedstawiono przebieg siły dla środkowego segmentu)

Fig.9. Comparison of forces during incremental and conventional forging of TiAl6V4 (grade 5) alloy (the course of force for the central segment is presented on the diagram)

Wnioski Conclusions

W Katedrze Technologii Materiałów Politechniki Śląskiej zaprojektowano nowe, unikalne urządzenia pozwalające na wykonanie prób niekonwencjonalnego, objętościowego kształtowania plastycznego. Urządzenia wykonana firma Hydromet Bytom. Obecnie znajdują się one w fazie uruchamiania w Laboratorium Przeróbki Plastycznej.

Opracowano modele numeryczne kucia wspomaganego naprężeniami ścinającymi oraz kucia segmentowego i przeprowadzono wstępne symulacje kształtowania stopu tytanu i stopu aluminium. Po weryfikacji eksperymentalnej przygotowane zostaną modele kształtowania wytypowanych wyrobów z analizowanych stopów.

Wyniki symulacji numerycznych kucia wspomaganego naprężeniami ścinającymi potwierdziły, że proces ten pozwala na uzyskanie dużych odkształceń plastycznych oraz obniżenie siły kucia.

Wyniki wstępnych symulacji potwierdziły możliwość zastosowania kształtowania segmentowego do wytwarzania elementów o dużej powierzchni w stosunku do grubości, z wgłębieniami (np. pomiędzy żebrami) na prasach o znacznie mniejszych naciskach aniżeli w procesach konwencjonalnych.

The new, unique laboratory devices for non-conventional bulk metal forming processes were developed at Department of Materials Technology of Silesian University of Technology. Both the devices were made by Hydromet Bytom and currently the equipment installation phase is going on at the Laboratory of Metal Forming.

Numerical models were developed for forging aided by shear stress and for incremental forging. Preliminary simulations were performed for both aluminium and titanium alloys. After experimental verification, models will be prepared for forming of selected products.

Simulation results for forging aided by shear stress confirmed that this method enables to obtain large local strains and to reduce the forging force.

Preliminary simulation results confirmed capabilities to manufacture ribbed parts with big indentations by means of incremental forming, using significantly lower press loads comparing to the conventional processes.