

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

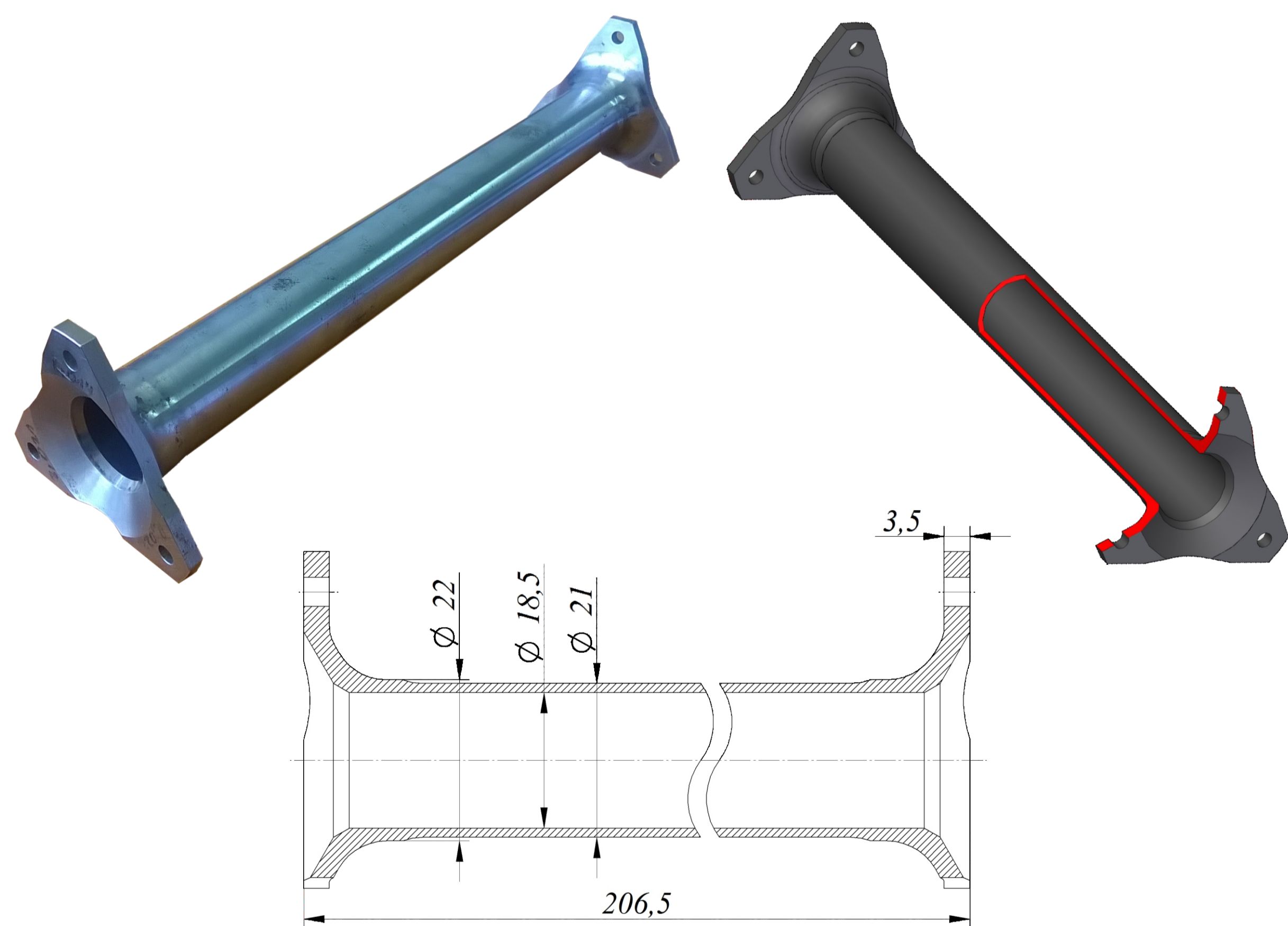
Kształtowanie wałów drążonych z kołnierzami w kształcie rozety
Process for the forming hollow shaft with flanges in the shape of rosette

Krótki opis rozwiązania
Brief description of the solution

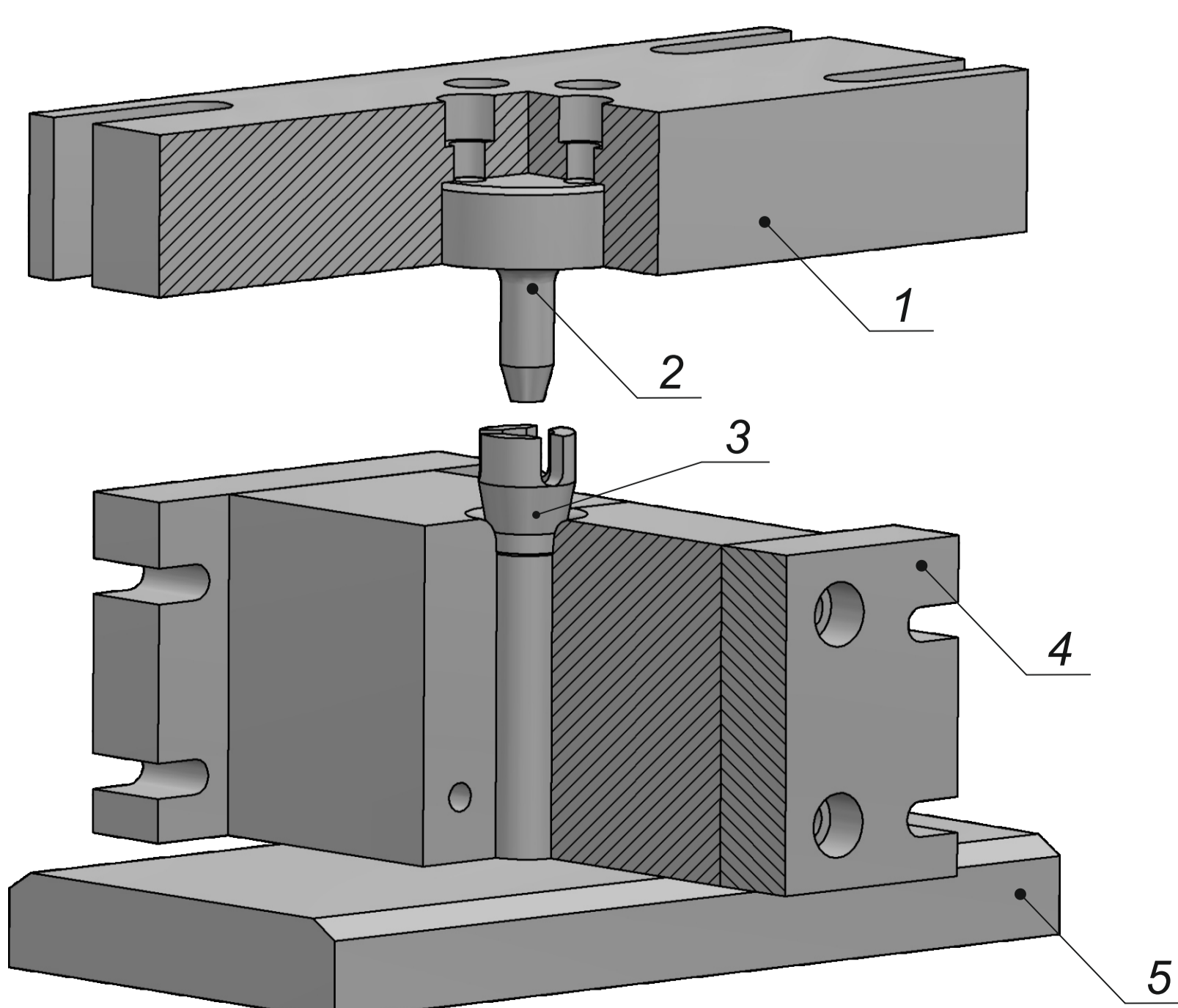
Opracowana technologia umożliwia kształtowanie wałów drążonych z kołnierzami w kształcie rozety. Przykładem takiego wału jest wał drążony przedstawiony na rys. 1, który wykorzystywany jest w budowie śmigłowców jako wał przeniesienia napędu. Z uwagi na wymagania konstrukcyjne wał musi być częścią monolityczną - niedopuszczalne jest więc łączenie kołnierza z częścią trzonową. Brak alternatywnych metod wykonania powoduje, że wał wytwarzany jest metodami obróbki skrawaniem z pręta pełnego, poprzez co straty materiałowe sięgają 90%. Opracowana technologia plastycznego kształtowania wału znacząco zwiększa uzysk materiału. Zaproponowana metoda wytwarzania kołnierzy w kształcie rozety polega na rozpychaniu swobodnie wystającego końca półfabrykatu. Widok narzędzi wykorzystywanych do realizacji procesu przedstawiony został na rys. 2. Półfabrykat 3 zaciska się w matrycy dzielonej 4, która spoczywa na podstawie 5. Kształtowanie kołnierza odbywa się poprzez rozpychanie końca wsadu stępem 2 umieszczonym w płycie górnej 1. Półfabrykatem wykorzystywanym w tej metodzie jest wstępnie ukształtowany wał drążony, którego podstawowe wymiary zostały przedstawione na rys. 3. Wymiary półfabrykatu są odpowiednio większe od wymiarów gotowego wału, ponieważ przewidziano nadładki materiału na wykańczającą obróbkę ubytkową. Weryfikacja doświadczalna procesu przeprowadzona została na trójsuwakowej prasie kuzniczej (rys. 4). Proces kształtowania wyrobu odbywa się przy pomocy trzech suwaków (jednego pionowego i dwóch bocznych) napędzanych siłownikami hydraulicznymi działającymi niezależnie od siebie. W dolnej części prasy usytuowany jest wyrzutnik służący do wypychania wykonanych odkwek z matrycy, który otrzymuje napęd od dolnego siłownika hydraulicznego. Za realizację wymaganych ruchów kinematycznych ruchomych elementów prasy odpowiada agregat hydrauliczny, który przy użyciu odpowiednich przycisków na pulpicie sterowniczym, nadaje wymagany ruch odpowiednim siłownikom. Wybrane wyniki badań nowego procesu kształtowania kołnierzy zostały przedstawione na rys. 5-7.

Developed technology enables forming hollow shaft with flanges in the shape of rosette. An example of such shaft is hollow shaft presented in Fig.1, which is used in construction of helicopters as a drive transmission shaft. Considering designing requirements, the shaft has to be a monolithic part - it is not permissible to connect the flange with the core part. The lack of alternative methods of this part manufacturing causes that the shaft is made by means of machining from full bar, which generates material loss exceeding 90%. Developed technology of shaft metal forming considerably increases the material output. The proposed method of flange manufacturing in the shape of a triangular rosette is based on distending of freely protruding end of a semi-finished part. Tools used for the process realization were shown in Fig.2. The semi-finished part 3 is clamped in the split die 4, which is placed on the base 5. The flange forming takes place by extending of the billet end by punch 2 placed in the upper plate 1. A semi-finished product applied in this method is initially formed hollow shaft, which basic dimensions were presented in Fig.3. The semi-finished product dimensions are appropriately larger than the dimensions of the finished shaft, as material allowance for waste machining were foreseen. Experimental verification of the process was conducted in a three-slide forging press (Fig.4). The process of the product forming takes place by means of three slides (one vertical and two side slides) powered by hydraulic servo-motors acting independently. In the press bottom part a pusher is mounted, which is used for pushing forgings from the die and receives drive from the bottom hydraulic servo-motor. For realization of required kinematics movement of moveable press elements is responsible a hydraulic aggregate, which by appropriate buttons at the control panel gives required movement of the proper servo-motors. Selected results of a new process for the forming of the flanges are shown in figures 5-7.

Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego
Visualization of the innovative solution

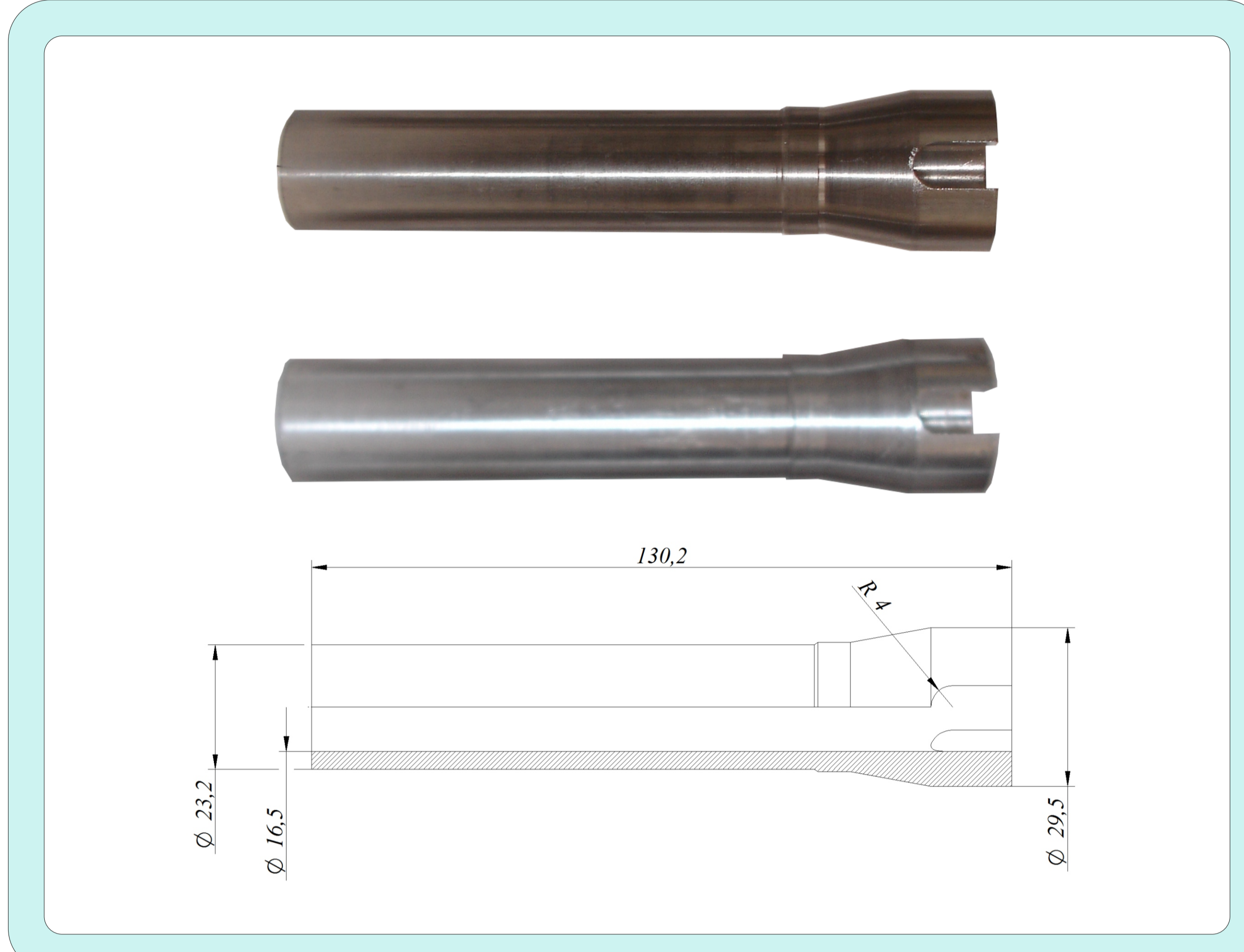


Rys. 1. Wał drążony z kołnierzami w kształcie rozety trójkątnej.
Fig. 1. Hollow shaft with flanges in the shape of triangular rosette.



Rys. 2. Narzędzia do procesu kształtowania kołnierza.
Fig. 2. Tools for flanging.

Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego
Visualization of the innovative solution



Rys. 3. Rysunek półfabrykatu.
Fig. 3. Semi-finished product.



Rys. 4. Trójsuwakowa prasa kuznicza.
Fig. 4. Three-slide forging press.

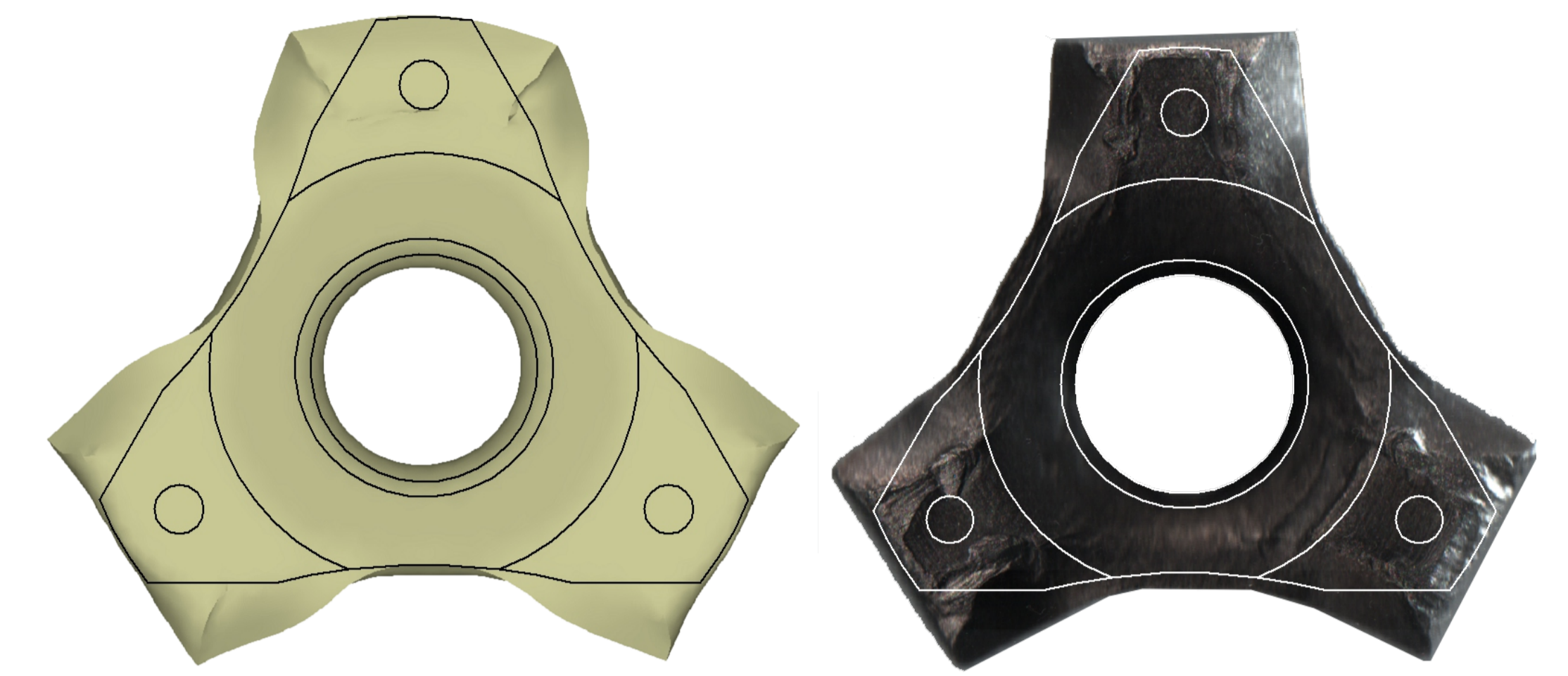


Rys. 5. Odkwki wału z kołnierzem wykonanego ze stopu aluminium 2618.
Fig. 5. Forging of hollow shaft from 2618 aluminum alloy.



Rys. 6. Odkwki wału z kołnierzem wykonanego ze stopu tytanu Ti6Al4V.
Fig. 6. Forging of hollow shaft from Ti6Al4V titanium alloy.

Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego
Visualization of the innovative solution



Rys. 7. Odkwka kołnierza wału drążonego z zarysem gotowego wału: a) wyniki teoretyczne, b) wyniki doświadczalne; wał wykonany ze stopu tytanu Ti6Al4V.
Fig. 7. The forging of a hollow shaft flange with the outline of a finished shaft: a) theoretical results, b) experimental results; shaft made of Ti6Al4V titanium alloy.

Zalety i ograniczenia rozwiązania innowacyjnego
Advantages and restrictions of innovative solution

Zalety rozwiązania innowacyjnego:

- zaproponowana metoda plastycznego wytwarzania kołnierza znacząco obniża materiałochłonność i pracochłonność, oraz zapewnia lepsze własności wytrzymałościowe w stosunku do wałów wykonywanych metodą obróbki skrawaniem.

Advantages of innovative solution:

- the proposed method of the flange metal forming considerably lowers material and labour consumption and guarantees better resistance properties in comparison with shafts made by means of machining.

Ograniczenia rozwiązania innowacyjnego:

- ograniczenie dotyczące maksymalnej średnicy kołnierza.

Restrictions of innovative solution:

- a restriction on the maximum diameter of the flange.

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



Rys. 8. Przykłady zastosowań wyrobów drążonych z kołnierzami.
Fig. 8. Examples of applications hollow parts with flanges.

Oferta dla przemysłu
The offer for industry

Nowa technologia kształtowania wałów drążonych z kołnierzami w kształcie rozety.
A new process for the forming hollow shaft with flanges in the shape of rosette