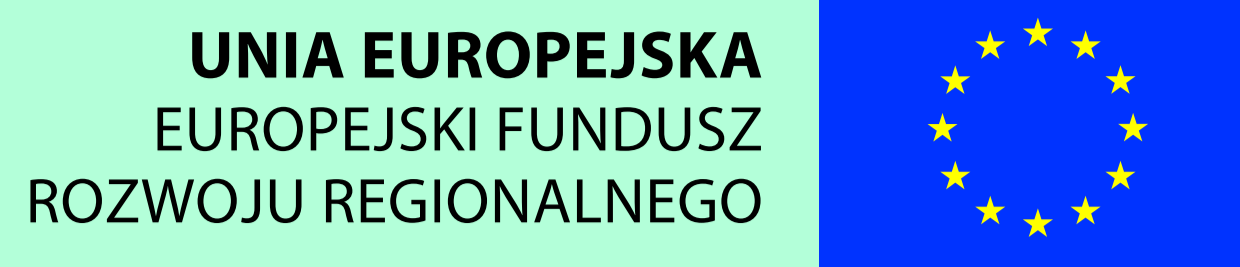
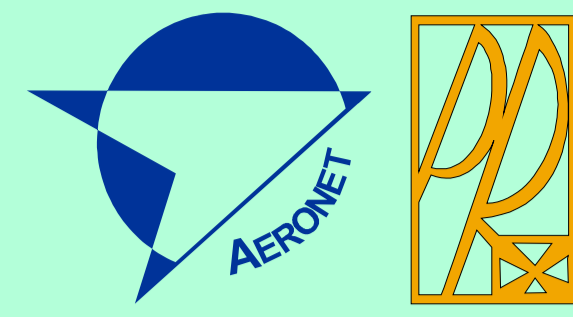


# Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym Modern material technologies in aerospace industry



Konferencja Rady Partnerów RP CZT AERONET  
i Konferencja Podsumowująca Projekt PKAERO  
30 Listopada- 1 Grudnia 2015

# ZB 10

## Nowoczesne pokrycia barierowe na krytyczne części silnika Modern barrier covers on critical engine parts

Uniwersytet Rzeszowski, Politechnika Łódzka, Politechnika Warszawska, Politechnika Rzeszowska, Politechnika Lubelska

Tytuł rozwiązania Innowacyjnego  
Title of the innovative solution

Uchwyt do rozciągania próbek cylindrycznych z powłoką TBC oraz wewnętrzny chłodzenie.

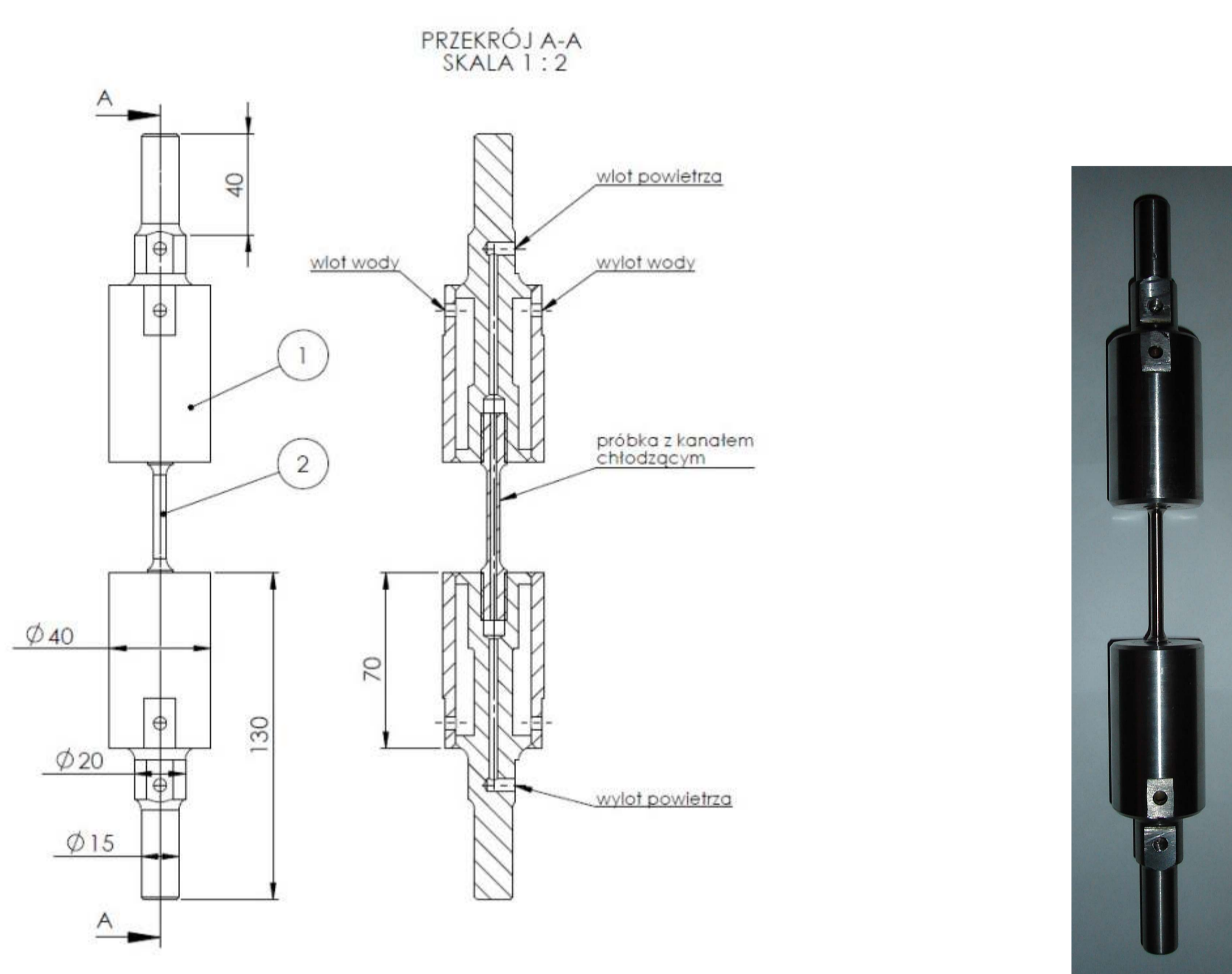
Handle for uniaxial tensile tests for samples with TBC coating and internal cooling.

Krótki opis rozwiązania  
Brief description of the solution

Uchwyt pozwala na prowadzenie badań jednoosiowego rozciągania próbek cylindrycznych z powłoką TBC, wewnątrz których przepływa powietrze. Dodatkowo obie części uchwytu posiadają chłodzenie w postaci płaszcza wodnego, dlatego badania mogą być prowadzone w wysokiej temperaturze. Do mocowania próbek służy gwint M10, za pomocą uchwytu mogą być montowane w standardowych szczękach maszyny wytrzymałościowej.

The handle allows for carry out researches of uniaxial tension for cylindrical samples with TBC coating, inside with the air flows. In addition, both handle parts are cooled in the form of water jacket and therefore tests may be carried out at high temperatures. For samples mounting by M10 thread is using, and the halves of the handle can be mounted in standard grips of the testing machine.

Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego  
Visualization of the innovative solution



Zalety i ograniczenia rozwiązania innowacyjnego  
Advantages and restrictions of innovative solution

Uchwyt umożliwia prowadzenie badań powłok ochronnych TBC w rzeczywistych warunkach tj. wysoka temperatura oraz obciążenia mechaniczne. W skład zestawu wchodzi także przepływomierz: powietrze przepływa przez próbkę oraz wody, chłodzi ciekłą wodę. Na wylocie powietrza chłodzi ciekłą wodę jak i na wypływie wody dokonuje się pomiaru temperatury. Wszystkie z wyjątkiem wymienionych czujników są podłączone do komputera w celu rejestracji danych. Ograniczeniem jest tutaj średnica próbki, ponieważ musi ona posiadać gwint M10.

The handle allows for research of TBC protective coating under real conditions i.e. high temperatures and mechanical stresses. The kit includes also flowmeters: for air passing through the sample and for handle cooling water. At the outlet of cooling air and water the temperature is measured. All of the above sensors are connected to computer for data recording. The limitation is the diameter of the sample, because it must have a M10 thread.

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

W lotnictwie głównym zastosowaniem są badania powłok ochronnych TBC nanoszonych zarówno na łopatkach jak i na komorach spalania. W innych gałęziach przemysłu uchwyt może służyć do wyznaczania własności wytrzymałościowych w podwyższonych temperaturach przy prowadzeniu badań w ośrodkach badawczo-rozwojowych.

In aviation the main application are researches of TBC coating applied both on stationary and rotating blades as well as on combustion chambers. In other branches of industry, the handle can be used for determining the mechanical properties at elevated temperatures in research and development centers.

Oferta dla przemysłu  
The offer for industry

Wykonanie na zamówienie uchwytu pokazanego na rysunku. Usługi projektowania uchwytów wytrzymałościowych, ich wykonawstwo oraz usługi prowadzenia badań wytrzymałościowych.

The handle shown in the figure can be made on customer demand. Design service of handles, manufacture and service of strength researches.

Tytuł rozwiązania Innowacyjnego  
Title of the innovative solution

Metodyka i procedura wykrywania uszkodzeń w warstwach TBC.

The methodology and procedure for detecting defects in the TBC layers.

Krótki opis rozwiązania  
Brief description of the solution

Procedura wykrywania uszkodzenia w powłokach TBC składa się z kilku etapów. W pierwszym etapie przeprowadzane są obliczenia MES w programie Abaqus. Uwzględniane są zarówno obciążenia cieplne jak i mechaniczne którym poddawana jest łopatka silnika turbinowego. Po określeniu miejsc najbardziej wrażliwych model globalny zostaje odpowiednio partycjonowany. Następnie tworzony jest submodel wraz z dokładnym odwzorowaniem warstwy TBC i bardzo gęstą siatką. Submodel jest obciążony wynikami z modelu globalnego. W opisie materiału uwzględnione jest uszkodzenie. Stosując metodę x-fem można emulować rozwój pęknięcia w skali makro. Submodel może być także użyty do budowy kolejnego submodelu i w tym przypadku jest możliwość przejścia do skali mikro.

Zestaw składa się z dwóch modułów:

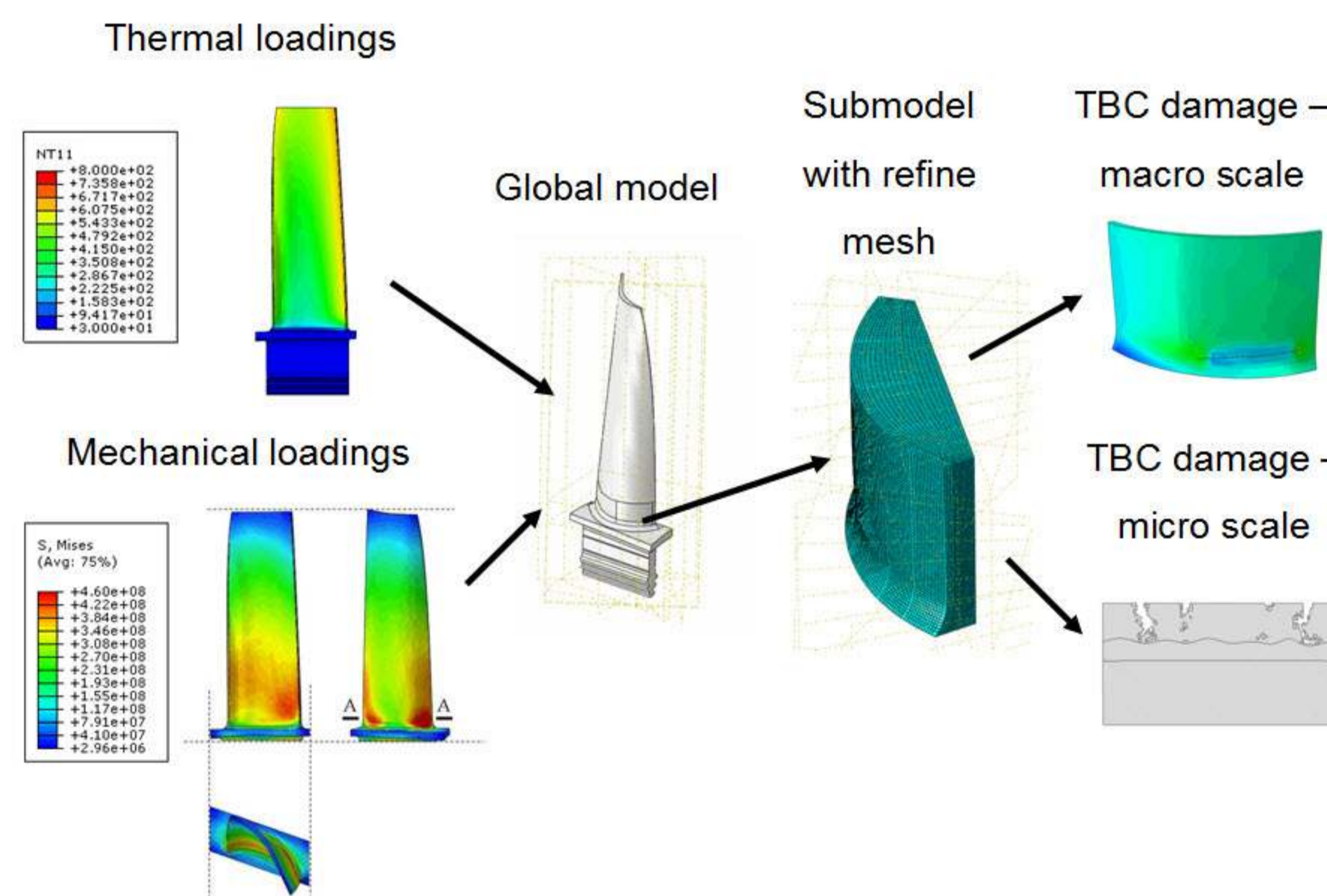
- aplikacji do modelowania powierzchniowego i bryłowego a także importu/eksportu do innych formatów w programie SolidWorks,
- aplikacji do symulacji MES dla takich zagadnień jak obciążenia cieplno-mechaniczne, impakty, uszkodzenie modeli z warstwą TBC w programie Abaqus.

The procedure of damage detection in the TBC coating consists of several stages. In the first stage finite element analysis is carried out in Abaqus program. Both the thermal loads as well as mechanical stresses are taken into account. After determining the most efforted places global model is subjected to partitioning. Then, the submodel is created with an accurate representation of the TBC layer and with very dense mesh. Submodel is loading by results of a global model. In the description of material model the damage is included. By using the x-fem method, the crack development can be followed in the macro scale. The submodel can be also used to build another submodel, and in this case there is a possibility to penetrate into microscale.

The kit consists of two models:

- application for surface and solid modeling as well as import / export to other formats in SolidWorks program.
- application for FEM simulations (Abaqus program) for such issues as: thermo-mechanical loads, impacts, damage models for TBC system.

Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego  
Visualization of the innovative solution



Zalety i ograniczenia rozwiązania innowacyjnego  
Advantages and restrictions of innovative solution

Głównymi zaletami są oszczędność czasu i środków z uwagi na fakt wcześniejszego przeanalizowania rozwiązania bez konieczności wykonywania prototypu. Zaletą jest także brak ograniczeń.

The main advantages are saving time and money due to the fact that the solution can be analyzed earlier without creating the real prototype.

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

Zestaw aplikacji programów CAD / CAE, może być wykorzystywany w każdej gałęzi gospodarki. Może on służyć do projektowania urządzeń, elementów maszyn oraz konstrukcji, a następnie przeprowadzania obliczeń sprawdzających w celu określenia poprawności zastosowanego rozwiązania.

Application of CAD / CAE programs, can be used in every sector of economy. It can be used to design devices, machine parts and constructions, and then perform calculations to check the correctness of the applied solution.

Oferta dla przemysłu  
The offer for industry

Oferujemy prowadzenie zleconych prac modelowania CAD dowolnych elementów maszyn i konstrukcji. Prowadzenie zleconych prac badawczych przy wykorzystaniu systemu MES. Prowadzenie konsultacji oraz szkoleń w zakresie modelowania CAD oraz wykonywania symulacji MES.

We offer carry out commissioned works of CAD modeling of all machine elements and structures. Conducting commissioned researches by using FEM system. Consultation and training in CAD modeling and FEA simulation.

Tytuł rozwiązania Innowacyjnego  
Title of the innovative solution

Stanowisko laboratoryjne do badania impaktów.

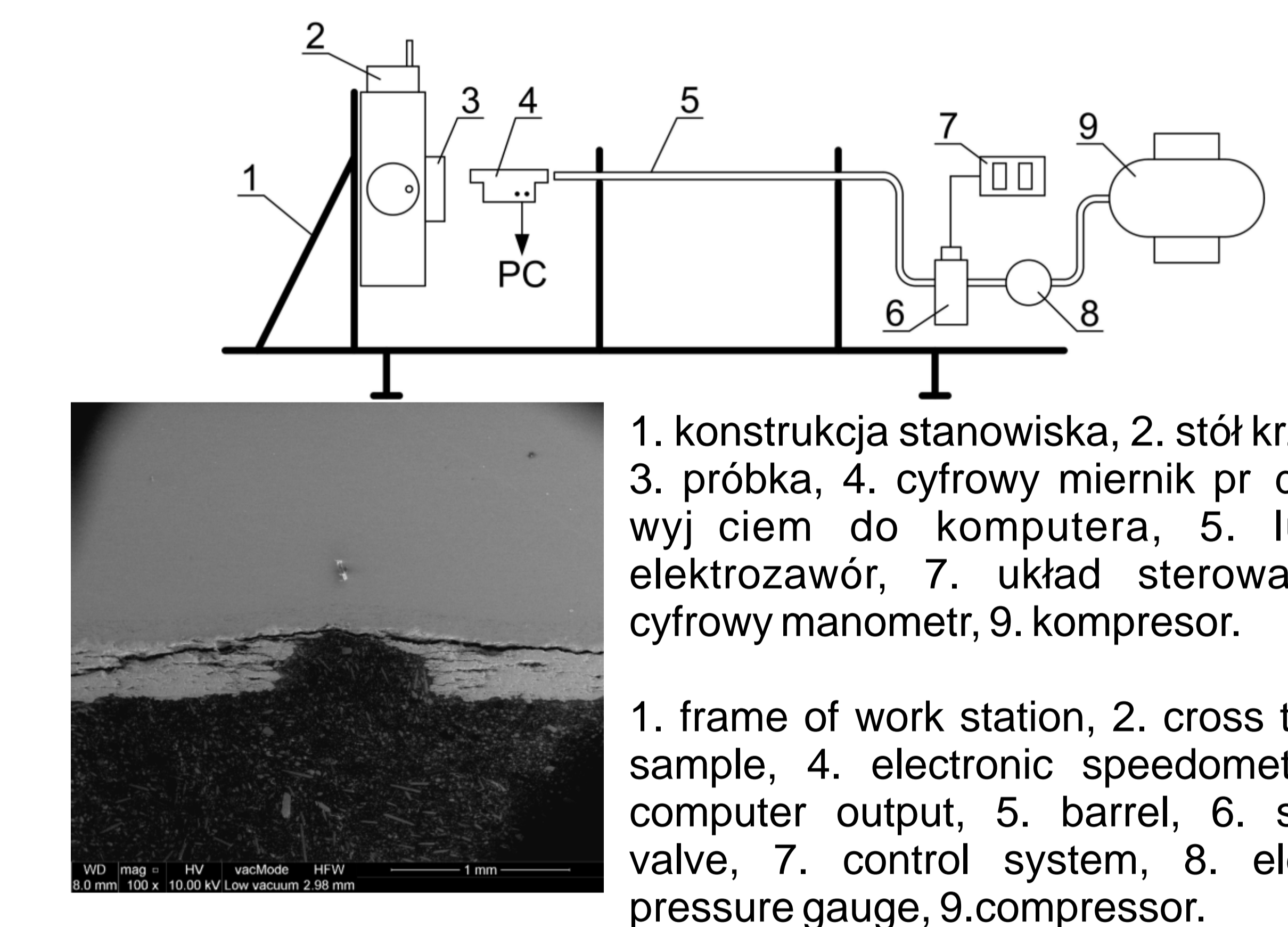
The laboratory work station for impact researches.

Krótki opis rozwiązania  
Brief description of the solution

Urządzenie to posiada napęd pneumatyczny, za pomocą którego sam impakt, którego czas może być regulowany, jest wyzwolany elektrozaworem (6). W celu wyznaczenia energii uderzenia zastosowano elektroniczny miernik prędkości z wyjściem do komputera (4). Po przejściu wgniotnika przez miernik prędkości uderza on w próbkę (3) zamontowaną na stole krzyżowym (2). Stoł krzyżowy posiada możliwość przesuwania w dwóch osiach z dokładnością do 0,01mm co stwarza możliwość precyzyjnego rozmieszczenia wielu odcisków na jednej próbce.

This device has a pneumatic drive and a shot, whose time can be adjusted, is triggered by solenoid valve (6). To determine the impact energy of the device, the electronic speedometer with computer output was applied (4). After the indenter passes through the speed gauge, it hits the sample (3) which is mounted on the cross table (2). The cross table is capable of moving in two axes with an accuracy of 0,01mm which makes it possible to precisely arrange multiple impacts on one sample.

Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego  
Visualization of the innovative solution



1. konstrukcja stanowiska, 2. stół krzyżowy, 3. próbka, 4. cyfrowy miernik prędkości z wyjściem do komputera, 5. lufa, 6. elektrozawór, 7. układ sterowania, 8. cyfrowy manometr, 9. kompresor.

1. frame of work station, 2. cross table, 3. sample, 4. electronic speedometer with computer output, 5. barrel, 6. solenoid valve, 7. control system, 8. electronic pressure gauge, 9. compressor.

Zalety i ograniczenia rozwiązania innowacyjnego  
Advantages and restrictions of innovative solution

Zaletą urządzenia jest prosta konstrukcja oraz niska cena jego wykonania. Poprzez wymianę lufy (5) może być stosowane wgniotników o różnych rozmiarach a tym samym różnej energii uderzenia. Wgniotniki mogą posiadać także różne kształty np. kulisty lub stożkowy. Urządzenie pozwala w szybki sposób dokonać oceny czy wytworzone pokrycie ochronne spełnia wymagane parametry.

Ograniczenia. Urządzenie jest przeznaczone do pracy w temperaturze pokojowej, jednak na zamówienie można wykonać także wersję wysokotemperaturową.

The advantage of the device is a simple design and low price for its implementation. By exchanging the barrel (5) the different sizes of indenters may be used and hence the different energy of impacts. The indenters can also have different shapes e.g. spherical or conical. The device allows to quickly evaluate if the manufactured protective coating meets the required parameters restrictions. The device is designed to operate at room temperature, but on customer demand the high-temperature version can be made.

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

W lotnictwie prezentowane urządzenie może być wykorzystywane do badania powłok ochronnych TBC, wycinków poszycia np. kompozytowego oraz badania powłok lakierniczych i malarskich.

Na wszelkiego rodzaju impakty narażone są te elementy samochodów osobowych, ciężarowych, autobusów itd. Znane są także przypadki uszkodzenia szyb czy elementów karoserii przez elementy nawierzchni drogowej wydostające się spod kół. Dlatego urządzenie może być także zastosowane do badań udarowych szyb samochodowych, elementów z tworzyw sztucznych (okładziny zderzaków) lub elementów karoserii.

In aviation, the presented device can be used to study of protective TBC coatings or fuselage elements for example made of composite and testing of lacquer and paint coatings. For all kinds of impacts the elements of passenger cars, trucks, buses etc. are exposed. Are well known frequent cases of damage of glass, bodyshell parts by elements of road surface escapes from the tires. Therefore, the device can also be applied for impact tests of car windows, plastics components (bumpers coverings) or bodyshell parts.

Oferta dla przemysłu  
The offer for industry

Wykonanie na zamówienie stanowiska laboratoryjnego o podanych parametrach pracy. Prowadzenie badań zleconych dla dostarczonych próbek wraz z możliwością przeprowadzenia badań mikroskopowych po przeprowadzonym teście.

We offer on request the laboratory work station for impact researches shown in the figure with any technical parameters specified by the customer. We offer carrying out researches for commissioned samples with the possibility to carry out microscopic examinations after tests.