

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

Materiały inteligentne oraz bazujące na nich systemy zespolone do zastosowania w lotnictwie Smart Materials & smart embedded systems in aerospace applications

Instytut Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk, Instytut Maszyn Przepływowych Polskiej Akademii Nauk
Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, Instytut Lotnictwa w Warszawie, Politechnika Rzeszowska, Politechnika Lubelska, Politechnika Warszawska

Tytuł rozwiązania Innowacyjnego Title of the innovative solution

System redukcji drgań swobodnych w konstrukcjach ramowych

System for free vibration mitigation in frame structures.

Krótki opis rozwiązania Brief description of the solution

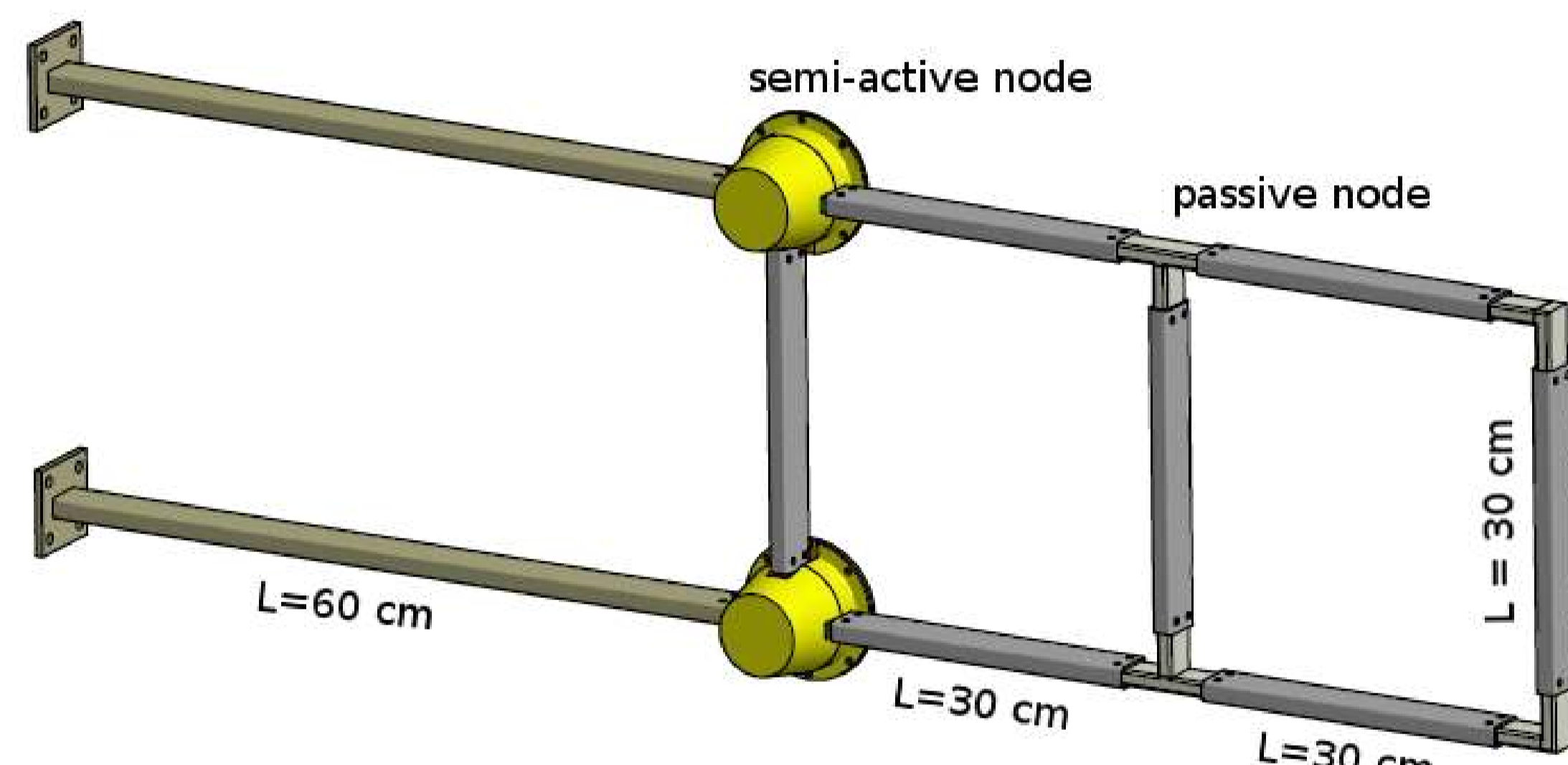
System redukcji drgań swobodnych składa się z jednego lub więcej węzłów pół-aktywnych, czujnika drgań konstrukcji oraz aparatury kontrolno-pomiarowej. Zadaniem systemu zainstalowanego jako element składowy konstrukcji tłumionej jest wykrycie i tłumienie drgań swobodnych tej konstrukcji przez odpowiednie, krótkotrwałe upodatkowanie węzłów pół-aktywnych. W trakcie pracy pasywnej w normalnych warunkach, tj. bez nadmiernych drgań, węzły pół-aktywne są w stanie o maksymalnej sztywności nie powodując osłabienia konstrukcji macierzystej.

System for free vibration mitigation in frame structures comprises one or more semi-active structural nodes, vibration sensor and data acquisition and control equipment, including the actuator controlled amplifier. The aim for the system installed as part of the structure to be damped is sensing and damping out of excessive free vibrations by means of adequate, short duration switching of the semi-active nodes between their frame and truss state. During normal operation, semi-active nodes stay at their maximum stiffness, making the whole system fail safe.

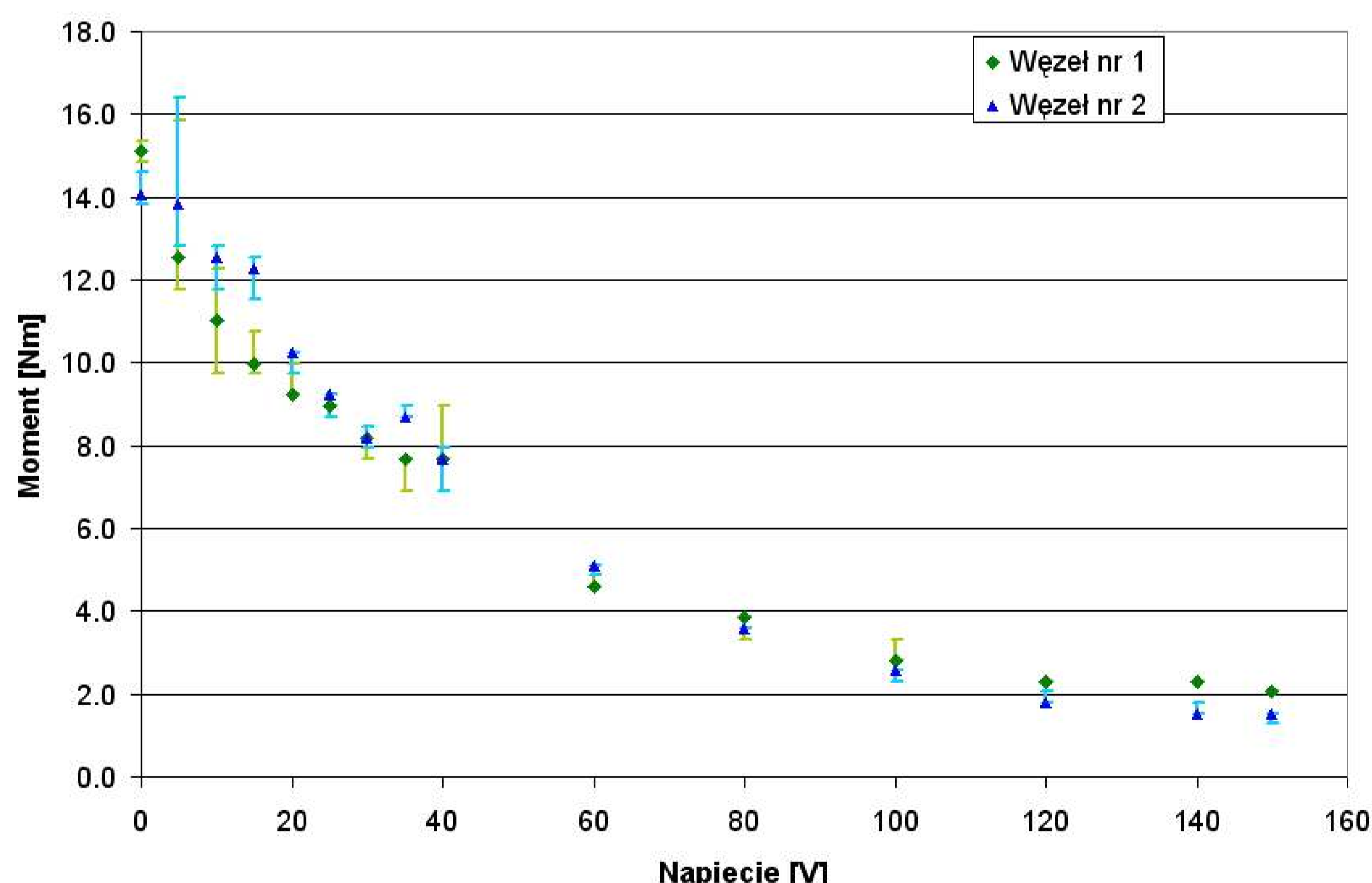
Graficzna prezentacja rozwiązania Innowacyjnego Visualization of the innovative solution



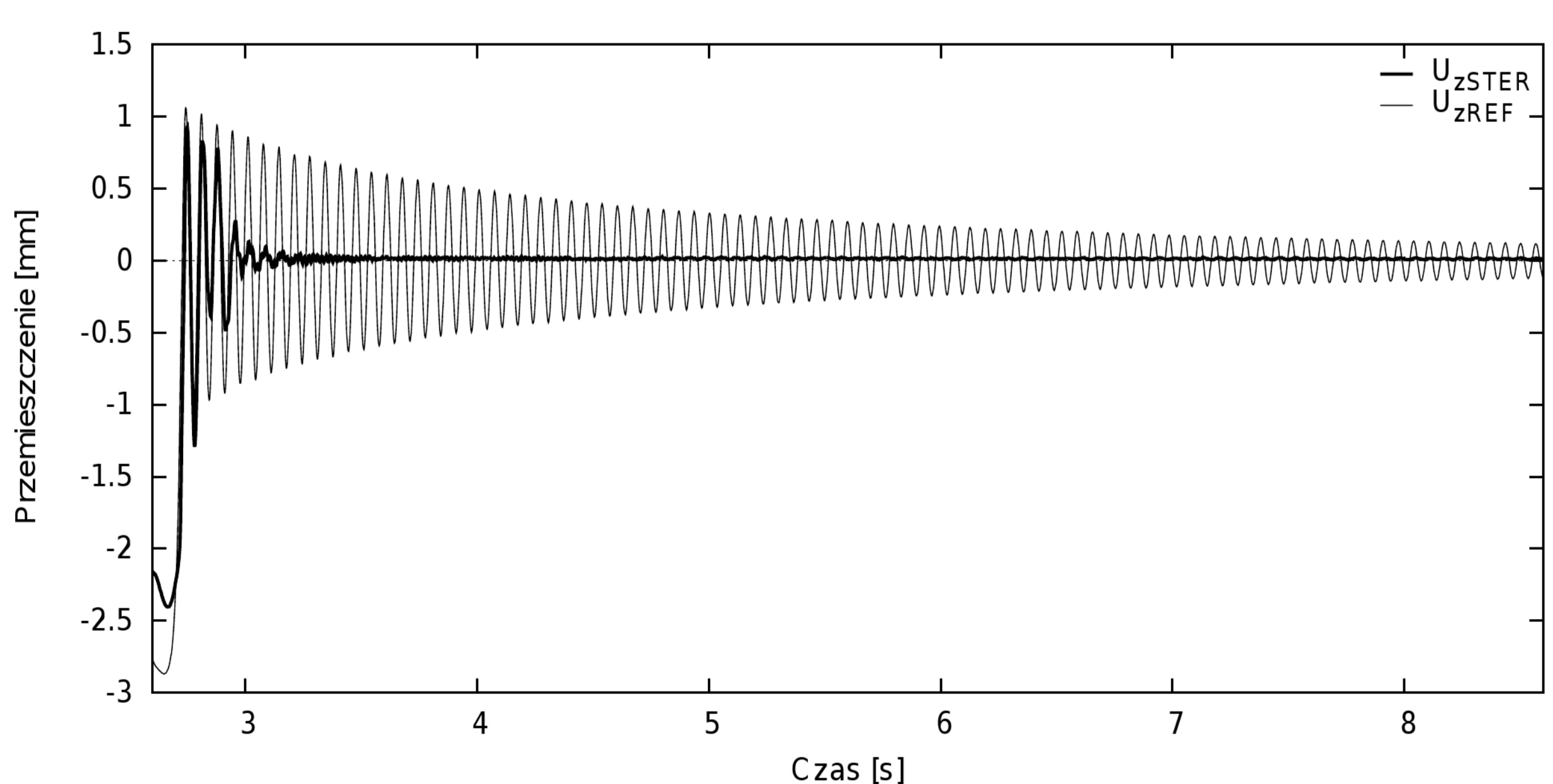
Rys. 1. Wzrost pół-aktywny
Fig. 1. Semi-active node



Rys. 2. Wzrost pół-aktywne na konstrukcji tłumionej
Fig. 2. Semi-active nodes installed in a frame structure



Rys. 3. Charakterystyka węzła pół-aktywnego
Fig. 3. Semi-active node characteristic



Rys. 4. Efekt działania systemu tłumienia drgań uzyskany eksperymentalnie dla konstrukcji jak na Rys. 2, na drgań referencyjnych (cf. Fig. 2) and the reference vibration of the same structure without activated control.

Zalety i ograniczenia rozwiązania Innowacyjnego Advantages and restrictions of innovative solution

Zalety:
+ System pół-aktywny – nie wymaga znaczącego wkładu energii zewnętrznej,
+ Bardzo wysoka efektywność w tłumieniu drgań swobodnych konstrukcji ramowych,
+ Niezawodność – w przypadku braku zasilania lub awarii system pracuje w stanie sztywnym nie powodując osłabienia konstrukcji,
+ Zastosowanie sprawdzonych aktyuatorów piezoelektrycznych.

Wady:
- Cena aktywatora oraz elektroniki towarzyszącej.

Advantages:
+ Semi-active system – does not need a substantial external power input,
+ Laboratory proven, very high potential for free vibration mitigation of frame structures,
+ Fail-safe - during passive operation, including power failure, semi-active nodes stay at their maximum stiffness,
+ Use of state-of-the-art piezoelectric actuators.

Disadvantages:
- Price for the actuator and accompanying electronics.

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

- Tłumienie drgań swobodnych elementów ramowo – kratownicowych, w tym elementów konstrukcji lotniczych i kosmicznych wzbudzonych przez uderzenie i/lub inne źródła.
- Tłumienie drgań swobodnych wysięgników kamery filmowej podczas pracy w ruchu.
- Tłumienie drgań ramienia urawia podczas podmuchów wiatru.

- Mitigation of free vibrations of frame structures, including aviation and space structural elements.
- Image stabilisation of camera in motion.
- Increasing of crane precision during wind gusts.

Oferta dla przemysłu The offer for industry

IPPT PAN posiada zdolność do prowadzenia badań i rozwoju systemu redukcji drgań swobodnych do dedykowanego zastosowania.

IPPT PAN has the ability to conduct research and development of the system for free vibration mitigation to a dedicated application.

Tytuł rozwiązania Innowacyjnego Title of the innovative solution

Bezwładno ciowy, adaptowalny shock-absorber

Inertial, adaptable shock-absorber

Krótki opis rozwiązania Brief description of the solution

Konstrukcja prezentowanego urządzenia oparta jest na mechanizmie robowym zapewniającym konwersję energii uderzenia lub drgań na energię ruchu obrotowego komponentów urządzenia i akumulację energii, która następnie jest dyssypowana. Możliwość manualnych lub automatycznych modyfikacji konstrukcji pozwala na uzyskanie kontrolowanego, dostosowanego do warunków obciążenia, przepływu energii w systemie. Cechą charakterystyczną urządzenia, które jest obrót mas w przeciwnych kierunkach zapewnia efektywną dyssypację zakumulowanej energii.

Wynalazek pozwala na realizację zgłoszonego do ochrony patentowej sposobu bezwładno ciowego tłumienia uderzenia.

Rozwiązanie bezwładno ciowego, adaptowalnego shock-absorbera jest oparte na zgłoszeniach patentowych:

- P.411237 – „Sposób tłumienia drgań wywołanych uderzeniem mechanicznym, oraz tłumik bezwładno ciowy” (“The method of impact-born vibration and inertial damper”),
- P.414367 – „Urządzenie do tłumienia uderzenia i sposób tłumienia uderzenia” (“Device for impact damping and the method of impact damping”).

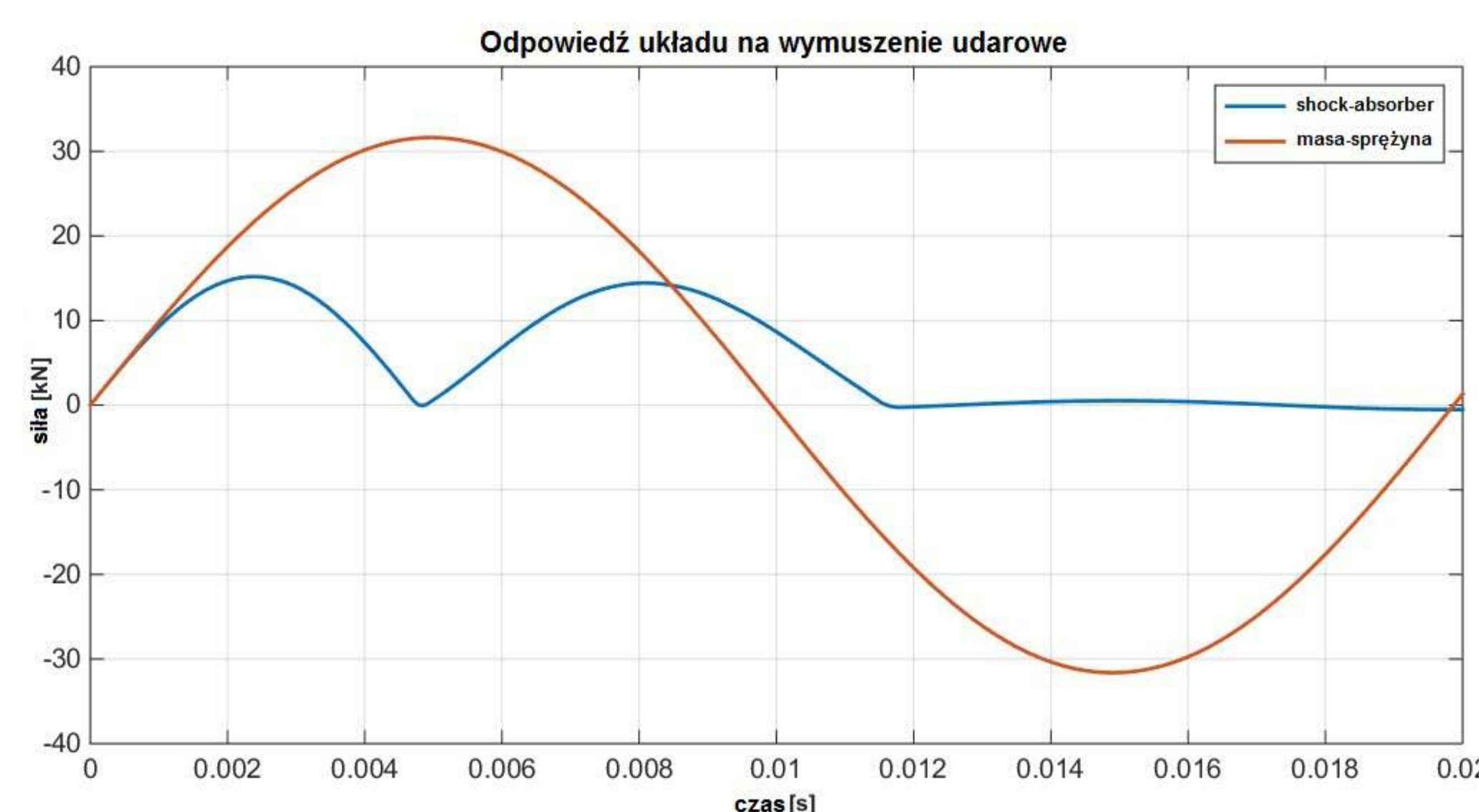
The construction of presented device is based on a screw mechanism that ensures the conversion of impact or vibration energy to the energy of rotational movement of the device components and accumulation of this energy, which is then dissipated. Possibility of manual or automatic modifications of the construction allows to obtain controlled flow of energy in the system that is adapted to the load conditions. The characteristic feature of the device, which is the rotary motion of the masses in opposite directions, provides the effect of efficient dissipation of accumulated energy.

The invention allows for implementation of reported for patent protection the method of inertial damping of the impact.

The inertial, adaptable shock-absorber is based on patent applications:

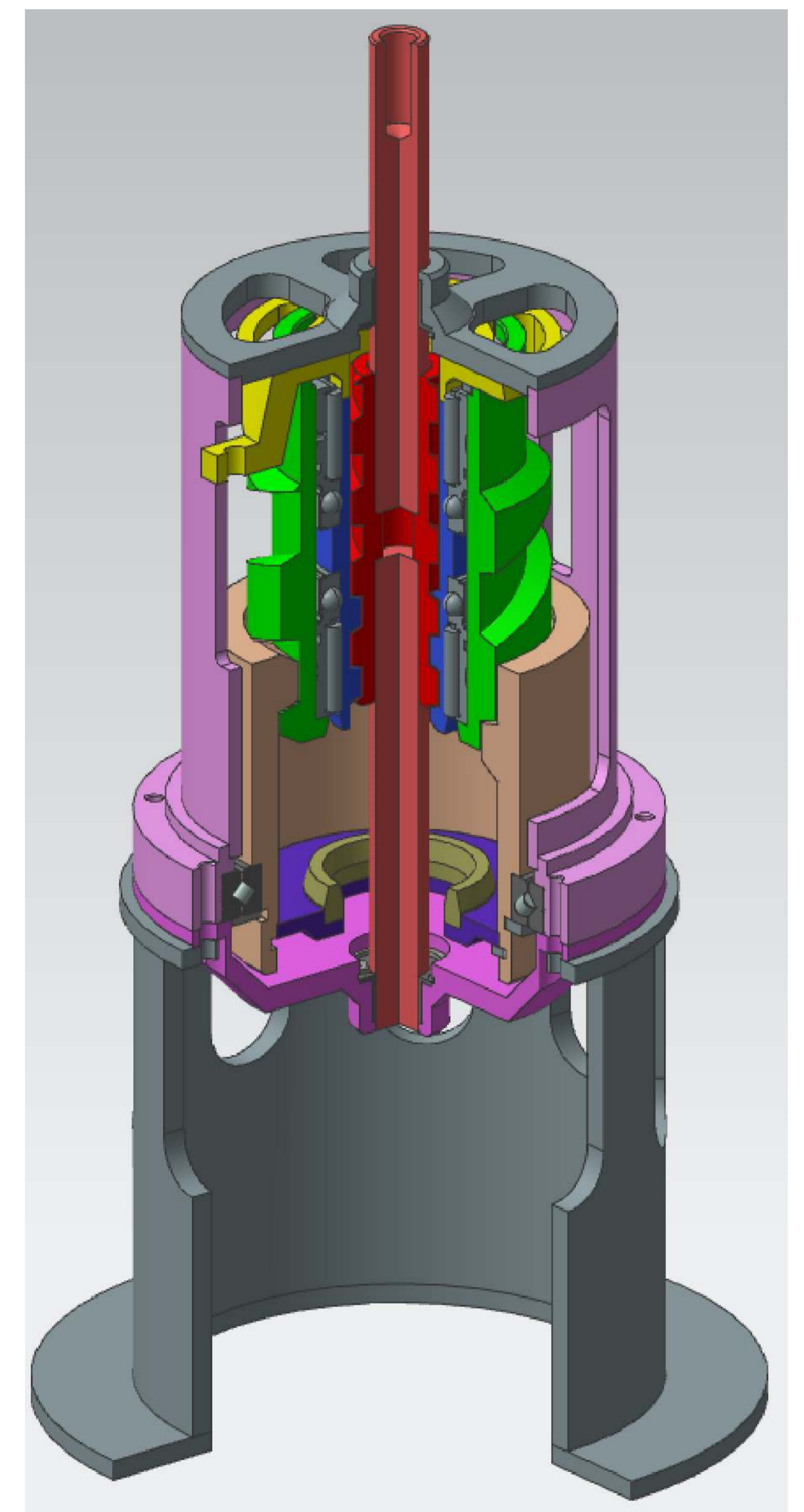
- P.411237 – „Sposób tłumienia drgań wywołanych uderzeniem mechanicznym, oraz tłumik bezwładno ciowy” (“The method of impact-born vibration and inertial damper”),
- P.414367 - „Urządzenie do tłumienia uderzenia i sposób tłumienia uderzenia” (“Device for impact damping and the method of impact damping”).

Graficzna prezentacja rozwiązania Innowacyjnego Visualization of the innovative solution



Rys. 5. Zmniejszenie siły spowodowanej uderzeniem w porównaniu do układu masa-sprężyna
Fig. 5. Reduction of the force caused by the impact in reference to the spring-mass system

Graficzna prezentacja rozwiązania Innowacyjnego Visualization of the innovative solution



Rys. 6. Model 3D podstawowej wersji bezwładno ciowego, adaptowalnego shock-absorbera
Fig. 6. 3D model of basic version of inertial, adaptable shock-absorber

Zalety i ograniczenia rozwiązania Innowacyjnego Advantages and restrictions of innovative solution

Specyficzna budowa prezentowanego urządzenia zapewnia jego szeroki zakres skalowalności oraz zakres zastosowania. Charakterystyki tłumienia uderzeń mechanicznych i drgań mogą być modyfikowane bez konieczności wprowadzania zmian w konstrukcji shock-absorbera. Istnieje możliwość uzyskania zarówno pasywnej, jak i pół-aktywnej pracy urządzenia. Najbardziej złożony z wariantów rozwiązania pozwala na zmianę momentu bezwładności elementu akumulującego energię, zmianę strategii sterowania przepływem energii w układzie oraz modyfikację tłumienia elementów dyssypacyjnych. Efektywność pracy shock-absorbera jest mocno uzależniona od wielu parametrów jego konstrukcji, co wymaga dokładnego przeprowadzenia procesu jego projektowania i konstruowania. W przypadku niedokładnego wykonania urządzenia istnieje możliwość jego mechanicznego dostrojenia do nominalnych warunków pracy. Powoduje to zmianę zakresu jego adaptowalności. Warto wspomnieć, że zmiana zakresu efektywnej pracy shock-absorbera nie jest tożsama ze zmniejszeniem tego zakresu.

The specific construction of the presented device provides its extensive scalability and range of applications. The damping characteristics of mechanical impacts and vibration can be modified without the need to change the design of the shock-absorber. It is possible to achieve both passive and semi-active device. The most complex variant of the technical solution allows to change the inertia moment of the element that accumulates the energy absorbed, to modify the control strategy of energy flow in the system and to change the damping characteristics of dissipative elements.

Effectiveness of the shock-absorber is strongly dependent on a large number of construction parameters. This fact requires to carefully perform the process of design and construction of the device. In case of inaccurate manufacturing of the device, it is possible to tune it mechanically to nominal working conditions. Compensation of inaccuracies changes the scope of device adaptability but it is worth mentioning that the change in the scope of effective shock-absorber work does not have to mean a reduction of this range.

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

Prezentowane rozwiązanie może być wykorzystane do amortyzacji wszelkich uderzeń i drgań konstrukcji podlegających uderzeniom mechanicznym i drganiom. Shock-absorber może stanowić element podwozia lotniczego lub pojazdu drogowego. Potencjalnym polem jego aplikacji są także systemy zrzutu ładunku, bariery drogowe, zderzaki pojazdów oraz konstrukcje budowlane i inżynierskie.

Presented technical solution can be used for amortization of any devices and structures subjected to mechanical impacts and vibration. Shock-absorber may be a component of the aviation or road vehicle chassis. The potential field of its application are airdrop systems, road barriers, bumpers of vehicles, building structures and engineering constructions.

Oferta dla przemysłu The offer for industry

Przedmiotem oferty jest bezwładno ciowy, adaptowalny shock-absorber zapewniający efektywną absorpcję uderzeń mechanicznych i tłumienie drgań. Jego specyficzna budowa i sposób działania pozwala na zastosowanie we wszelkich urządzeniach i konstrukcjach. Wielkość i złożoność jego konstrukcji może być dostosowana do wymagań zwiastujących z konkretnym zastosowaniem urządzenia. Potencjalnie mogą to być m.in. podwozia statków powietrznych i systemów zrzutu ładunku, podwozia pojazdów drogowych, bariery drogowe, konstrukcje budowlane i inżynierskie oraz różnego rodzaju amortyzatorów.

The offer is the inertial, adaptable shock-absorber that ensures effective absorption of mechanical impacts and vibration. Its specific construction and operation allows the use in all appliances and structures. The size and complexity of its design may be adapted to the requirements of the particular application of the device. Potentially they can be, among others, chassis of aircraft or airdrop systems, chassis of road vehicles, road barriers, building and engineering constructions and different types of dampers.