

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **240577**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **438839**

(22) Data zgłoszenia: **30.08.2021**

(51) Int.Cl.

G01M 7/02 (2006.01)

B25B 5/10 (2006.01)

(54) **Uchwyt do belek o warunkach brzegowych typu zawias-swobodne podparcie
z elastycznym elementem na końcu do montażu na wzbudniku
elektromechanicznym w orientacji poziomej**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

14.02.2022 BUP 07/22

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

02.05.2022 WUP 18/22

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

ŁUKASZ KŁODA, Lublin, PL

ANDRZEJ WEREMCZUK, Lublin, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Maciej Nowicki

PL 240577 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest uchwyt do mocowania belek lub płyt o warunkach brzegowych typu zawias-swobodne podparcie na wzbudniku elektromechanicznym pod dowolnym kątem zaklinowania podpory przesuwnej względem kierunku wymuszania, różnymi warunkami bezwładnościowymi oraz elementem sprężystym na ruchomym końcu w orientacji wymuszenia poziomego.

Obecnie znane prace naukowe poruszające tematykę dynamiki belek swobodnie podpartych w warunkach brzegowych typu zawias lub kącie zaklinowania belki można znaleźć w badaniach:

- Araumi, N., Yabuno, H., 2017. Cubic-quintic nonlinear parametric resonance of a simply supported beam. *Nonlinear Dynamics* 90, 549–560. doi: 10.1007/s 11071-017-3680-1.
- Kloda, L., Lenci, S., Warminski, J., 2018. Nonlinear dynamics of a planar beam-spring system: analytical and numerical approaches. *Nonlinear Dynamics* 94, 1721–1738. doi: 10.1007/s11071-018-4452-2.
- Kloda, L., Lenci, S., Warminski, J., 2020a. Hardening vs. softening dichotomy of a hinged-simply supported beam with one end axial linear spring: Experimental and numerical studies. *International Journal of Mechanical Sciences* 178, 105588. doi: 10.1016/j.ijmecsci.2020. 105588.
- Lenci, S., Clementi, F., 2018. Axial-transversal coupling in the nonlinear dynamics of a beam with an inclined roller. *International Journal of Mechanical Sciences* 144, 490–501. doi: 10.1016/j.ijmecsci. 2018.06.007.
- Lenci, S., Clementi, F., Rega, G., 2016. A comprehensive analysis of hardening/softening behaviour of shearable planar beams with whatever axial boundary constraint. *Meccanica* 51, 2589–2606. doi: 10.1007/s11012-016-0374-6.
- Mojahed, A., Liu, Y., Bergman, L. A., Vakakis, A. F., 2021. Modal energy exchanges in an impulsively loaded beam with a geometrically nonlinear boundary condition: computation and experiment. *Nonlinear Dynamics* 103, 3443–3463. doi: 10.1007/s11071-020-06156-7.
- Nguyen, D. K., Tran, T. T., Pham, V. N., Le, N. A. T., 2021. Dynamic analysis of an inclined sandwich beam with bidirectional functionally graded face sheets under a moving mass. *European Journal of Mechanics – A/Solids* 88, 104276. doi: 10.1016/j.euromechsol. 2021. 104276.
- Reddy, R. S., Panda, S., Gupta, A., 2020. Nonlinear dynamics of an inclined pipe conveying pulsatile hot fluid. *International Journal of Non-Linear Mechanics* 118, 103276. doi: 10.1016/j.ijnonlinmec. 2019.103276.
- Tene, Y., Epstein, M., Sheinman, I., 1975. Dynamics of curved beams involving shear deformation. *International Journal of Solids and Structures* 11, 827–840. doi: 10.1016/0020-7683(75)90005-0.
- Yang, D. S., Wang, C. M., Yau, J. D., 2020. Dynamic stability and response of inclined beams under moving mass and follower force. *International Journal of Structural Stability and Dynamics* 20, 2043004. doi: 10.1142/S021945542043004X.
- Zulli, D., Alaggio, R., Benedettini, F., 2009. Non-linear dynamics of curved beams, part 1: Formulation. *International Journal of NonLinear Mechanics* 44, 623–629. doi: 10.1016/j.ijnonlinmec.2009.02.014.

Badania te są oparte na rozważaniach czysto analitycznych i numerycznych, natomiast w przypadku pomiarów eksperymentalnych ograniczono się do badań z wymuszeniem parametrycznym (wzdłuż belki) i kinematycznym (poziomo w poprzek belki) z ruchomym jednym końcem lub warunkom brzegowym typu zacisk. Oprócz jednej pracy nie uwzględniono w tych badaniach kąta zaklinowania swobodnej podpory.

Celem wynalazku jest możliwość mocowania próbki w warunkach brzegowych zawias-swobodne podparcie z elementem sprężystym na jednym końcu na wzbudniku elektromechanicznym z możliwością regulacji jej długości, kąta nachylenia przegubów względem kierunku wysuszenia, kątem zaklinowania podpory przesuwnej, sztywności elementu sprężystego oraz masie i masowych momentach bezwładności na jej końcach.

Przedmiotem wynalazku jest uchwyt do mocowania belek lub płyt wstępnie prostych lub zakrzywionych na wzbudniku elektromechanicznym o regulowanej długości i kącie zaklinowania próbki względem jej osi jak również elementu sprężystego, masy i masowych momentów brzegowych na jej końcu.

Jego istotą jest to, że składa się z uchwytu zawiasu, który jest zamocowany rozłącznie do stołu wzbudnika za pomocą pierwszych otworów przelotowych. W uchwycie zawiasu znajdują się otwory przelotowe z zamocowaną w nich parą łożysk. W parze pierwszych łożysk zamontowane są końce

pierwszego wałka zaciskającego z rowkiem równoległym do osi wałka, w którego podstawie znajdują się otwory montażowe z wkręconymi w nie śrubami, na których osadzona jest blacha dociskająca. Otwór przelotowy umożliwia regulację docisku śrubami, a komplet profili pierwszych jest zamontowany rozłącznie do stołu wzbudnika za pomocą otworów przelotowych. Profil drugi jest przykręcony do kompletu profili pierwszych z wykorzystaniem otworów przelotowych, kompletu śrub i tulei dystansujących. Na profilu drugim z wykorzystaniem otworów przelotowych zamontowana jest równolegle do siebie para szyn z którymi współpracują wózki liniowe. Na parze wózków liniowych zamontowana jest rozłącznie para uszu z wykorzystaniem otworów przelotowych pierwszych, a w drugich otworach przelotowych uszu osadzona jest para drugich łożysk. W parze drugich łożysk zamocowane są końce drugiego wałka zaciskającego z rowkiem równoległym do jego osi obrotu, w którego podstawie znajdują się otwory montażowe z wkręconymi w nie śrubami, na których osadzona jest druga blacha dociskowa. Dwie pary ograniczników zamontowane są rozłącznie do profilu z wykorzystaniem otworów montażowych. Napinacze sprężyn składające się ze śruby, nakrętki ustalającej dystans, pierwszej nakrętki dociskowej, drugiej nakrętki dociskowej i zestawu podkładek zamontowane są w otwory ustalające zderzaka. Sprężyna naciskowa jest ułożona współosiowo ze śrubą napinacza i ze wstępnym napięciem opiera się o powierzchnie podkładek i parę uszu.

Opcjonalnie w drugim wałku zaciskającym znajdują się pierwsze otwory montażowe masy lub w uchu znajdują się drugie otwory montażowe masy.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest to, że jego konstrukcja pozwala na montaż próbki w postaci belki lub płyty (prostej lub wstępnie zakrzywionej) o dowolnej długości pod dowolnym kątem nachylenia względem kierunku wymuszenia wzbudnika, kontem zaklinowania podpory przesuwnej oraz nastawnym masowym momencie bezwładności ruchomych uchwytów i sztywności elementu sprężystego. Podczas drgań harmoniczných układu, badany element w postaci belki lub płyty i czujniki przyspieszeń analizujące jej ruch, poruszają się jednocześnie wraz z całą konstrukcją, umożliwiając tym samym pomiar bezwzględnych przemieszczeń belki lub płyty oraz nieliniową dynamikę odpowiedzi kompleksowego układu mechanicznego.

Konstrukcja taka pozwala dokonać pomiarów względnych badanych elementów, a korelując czujnik kontrolny zamontowany na podstawie (w ruchomym układzie odniesienia) z czujnikiem pomiarowym na belce pomiar deformacji względnej.

Wynalazek został przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, którym poszczególne figury przedstawiają:

- Fig.1 – widok izometryczny z góry uchwytu,
- Fig.2 – widok izometryczny z góry uchwytu podpory przesuwnej,
- Fig.3 – widok z przodu uchwytu,
- Fig.3a – przekrój podpory przesuwnej wzdłuż linii A-A z fig 3,
- Fig.4 – widok z góry podpory przesuwnej,
- Fig.5 – widok izometryczny uchwytu zawiasu,
- Fig.6 – widok z przodu mocowania pierwszego wałka zaciskowego,
- Fig.6a – przekrój mocowania wałka zaciskowego wzdłuż linii B-B z fig 6,
- Fig.7 – widok izometryczny z góry ucha,
- Fig.8 – widok z przodu mocowania drugiego wałka zaciskowego,
- Fig.8a – przekrój mocowania wałka zaciskowego wzdłuż linii C-C z fig 8,
- Fig.9 – widok izometryczny z góry pary zderzaków.

Uchwyt do mocowania belek lub płyt o warunkach brzegowych typu zawias-swobodne podparcie na wzbudniku elektromechanicznym w orientacji poziomej w przykładzie wykonania składa się z uchwytu zawiasu 1, który jest zamocowany rozłącznie do stołu wzbudnika za pomocą pierwszych otworów przelotowych 1.1. W uchwycie zawiasu znajdują się otwory przelotowe 1.2 i 1.3 z zamocowaną w nich parą pierwszych łożysk 2. W parze pierwszych łożysk zamontowane są końce pierwszego wałka zaciskającego 3 z rowkiem 3.1 równoległym do jego osi. W podstawie rowku 3.1 znajdują się otwory montażowe 3.2 z wkręconymi w nie śrubami 4, na których osadzona jest blacha dociskająca 5. Dodatkowo otwór przelotowy 1.4 umożliwia dostęp do regulacji docisku śrubami 4. Komplet profili pierwszych 6 zamontowany jest rozłącznie do stołu wzbudnika za pomocą otworów przelotowych 6.1. Profil drugi 7 przykręcony jest do kompletu profili 6 z wykorzystaniem otworów przelotowych 7.1 kompletu śrub 8 i tulei dystansujących 9. Na profilu 7 z wykorzystaniem otworów 7.2 zamontowana jest para szyn 10 z którymi współpracują wózki liniowe 11. Na parze wózków liniowych 11 z wykorzystaniem

otworów 12.1 zamontowana jest rozłącznie para uszu 12. W otworach 12.2 uszu 12 osadzona jest para drugich łożysk 13. W parze drugich łożysk zamocowane są końce drugiego wałka zaciskającego 14 z rowkiem 14.1 równoległym do osi obrotu, w którego podstawie znajdują się otwory montażowe 14.2 z wkręconymi w nie śrubami 15, na których osadzona jest druga blacha 16. Dwie pary ograniczników 17 zamontowane są rozłącznie do profilu 7 z wykorzystaniem otworów montażowych 7.2 i 17.1. Napinacze sprężyn 18 składające się ze śruby 18.1 nakrętki ustalającej dystans 18.2, pierwszej nakrętki dociskowej 18.3, drugiej nakrętki dociskowej 18.4 i zestawu podkładek 18.5 zamontowane są w otworach ustalających zderzaka 17.2. Sprężyna naciskowa 19 jest ułożona współosiowo ze śrubą 18.1 i ze wstępnym napięciem opiera się o powierzchnie podkładek 18.5 i ucha 12. Drugie otwory montażowe 12.3 mogą być wykorzystane do zmiany masy ruchomego końca belki. Drugie otwory montażowe masy 14.3 mogą być wykorzystane do zmiany masowego momentu bezwładności drugiego wałka 14.

Mocowanie i badanie belek lub płyt typu zawias-swobodne podparcie na wzbudniku elektromechanicznym w orientacji poziomej o regulowanej długości, kącie nachylenia do kierunku wymuszenia i masowym momencie bezwładności na ruchomym końcu z zastosowaniem wynalazku polega na tym, że uchwyt zawiasu 1 z włożonymi pierwszymi łożyskami 2 i pierwszym wałkiem 3 montuje się do stołu wzbudnika elektromechanicznego za pomocą śrub. W dalszej kolejności przykręca się w odpowiedniej odległości komplet profili pierwszych 6 za pomocą śrub do stołu wibracyjnego. W międzyczasie do drugiego profilu 7 montuje się równolegle względem siebie szyny 10 z założonymi wózkami liniowymi 11, a do wózków liniowych parę uszu 12 z włożoną drugą parą łożysk 13 i wałkiem drugim 14. Następnie drugi profil 7 umiejscawia się na pierwszym komplecie profili 6 tak, aby osie pierwszego wałka 3 i drugiego wałka 14 były równoległe i w odpowiedniej odległości od siebie, oraz dostosowuje się kąt prowadnic liniowych względem podstawy uchwytu zawiasu 1. Po ustaleniu orientacji drugi profil 7 przykręca się do kompletu profili 6 z wykorzystaniem śrub 8 i tulei dystansujących 9. Następnie za pomocą śrub montuje się dwie pary ograniczników 17 do profilu drugiego 7 w równej odległości od kompletu uszu. Potem montuje się złożone wcześniej napinacze sprężyn 18 wraz ze sprężynami 19 do ograniczników, opierając element sprężysty na uszach 12 i z wykorzystaniem nakrętki ustalającej dystans 18.2 oraz pierwszej nakrętki dociskowej 18.3 reguluje się wstępne napięcie w układzie. W ostatnim etapie umiejscawia się belkę odpowiednio w rowkach wałków 3.1 oraz 14.1 z zaciskiem poprzez zamocowanie blach zaciskowych 5 i 16 oraz śrub dociskających 4 i 15 włożonych w otwory montażowe wałków 3.2 i 14.2. W dalszej kolejności, wykorzystując pierwsze otwory montażowe 14.3, dopasowuje się masowy moment bezwładności swobodnego końca badanego układu oraz wykorzystując drugie otwory montażowe 12.3 masy dopasowuje się ruchomą masę na końcu belki.

Wykaz oznaczeń:

1. Uchwyt zawiasu
 - 1.1. Otwory montażowe do stołu
 - 1.2. Pierwszy otwór przelotowy
 - 1.3. Drugi otwór przelotowy
 - 1.4. Otwór technologiczny montażu belki
2. Pierwsze łożysko
3. Pierwszy wałek
 - 3.1. Rowek na belkę
 - 3.2. Otwory montażowe belki
4. Śruby dociskające wałka pierwszego
5. Pierwsza blacha dociskająca
6. Profil pierwszy
 - 6.1. Otwór przelotowy
7. Drugi Profil
 - 7.1. Pierwsze otwory montażowe do Profilu pierwszego
 - 7.2. Otwory montażowe szyn
 - 7.3. Otwory montażowe zderzaków
8. Śruby montażowe drugiego profilu
9. Tuleje dystansujące
10. Szyna
11. Wózek liniowy
12. Ucho
 - 12.1. Pierwsze otwory montażowe do Profilu pierwszego

- 12.2. Otwory montażowe wózek liniowy
- 12.3. Otwór przelotowy
- 12.4. Otwory montażowe masy
- 13. Drugie łożysko
- 14. Drugi wałek
 - 14.1. Rowek na belkę
 - 14.2. Otwory montażowe belki
 - 14.3. Drugie otwory montażowe masy
- 15. Śruby dociskające drugiego wałka
- 16. Druga blacha dociskająca
- 17. Ogranicznik
 - 17.1. Otwory montażowe drugiego profilu
 - 17.2. Otwory montażowe napinacza sprężyn
- 18. Napinacz sprężyny
 - 18.1. Śruba napinacza
 - 18.2. Nakrętka ustalająca dystans
 - 18.3. Pierwsza nakrętka dociskowa
 - 18.4. Druga nakrętka dociskowa
 - 18.5. Podkładka
- 19. Sprężyna naciskowa

Zastrzeżenia patentowe

1. Uchwyt do mocowania belek o warunkach brzegowych typu zawias-swobodne podparcie na wzbudniku elektromechanicznym w orientacji poziomej **znamienny tym**, że składa się z uchwytu zawiasu (1), który jest zamocowany rozłącznie do stołu wzbudnika za pomocą pierwszych otworów przelotowych (1.1), **zaś** w uchwycie zawiasu znajdują się otwory przelotowe (1.2) i (1.3) z zamocowaną w nich parą pierwszych łożysk (2), **natomiast** w parze pierwszych łożysk zamontowane są końce pierwszego wałka zaciskającego (3) z rowkiem (3.1) równoległym do jego osi, w którego podstawie znajdują się otwory montażowe (3.2) z wkręconymi w nie śrubami (4), na których osadzona jest blacha dociskająca (5), przy czym otwór przelotowy (1.4) umożliwia regulację docisku śrubami (4), **natomiast** komplet profili pierwszych (6) jest zamontowany rozłącznie do stołu wzbudnika za pomocą otworów przelotowych (6.1), **przy czym** drugi profil (7) jest przykręcony do kompletu profili (6) z wykorzystaniem otworów przelotowych (7.1) kompletu śrub (8) i tulei dystansujących (9), **zaś** na profilu (7) z wykorzystaniem otworów (7.2) zamontowana jest para szyn (10) z którymi współpracują wózki liniowe (11), **tudzież** na parze wózków liniowych (11) zamontowana jest rozłącznie para uszu (12) z wykorzystaniem otworów (12.1), **zaś** w otworach (12.2) uszu (12) osadzona jest para drugich łożysk (13), **natomiast** w parze drugich łożysk zamocowane są końce drugiego wałka zaciskającego (14) z rowkiem (14.1) ułożonym równolegle do jego osi, w którego podstawie znajdują się otwory montażowe (14.2) z wkręconymi w nie śrubami (15), na których osadzona jest druga blacha (16), **zaś** dwie pary ograniczników (17) zamontowane są rozłącznie do profilu (7) z wykorzystaniem otworów montażowych (7.2) i (17.1), **przy czym** napinacze sprężyn (18) składające się ze śruby (18.1) nakrętki ustalającej dystans (18.2), pierwszej nakrętki dociskowej (18.3), drugiej nakrętki dociskowej (18.4) i zestawu podkładek (18.5) zamontowane są w otworach ustalających zderzaka (17.2), **natomiast** sprężyna naciskowa (19) jest ułożona współosiowo ze śrubą (18.1) i ze wstępnym napięciem opiera się o powierzchnie podkładki (18.5) i ucha (12).
2. Uchwyt według zastrz. 1 **znamienny tym**, że w drugim wałku zaciskającym (14) znajdują się pierwsze otwory montażowe (14.3) masy.
3. Uchwyt według zastrz. 1 **znamienny tym**, że w uchu (12) znajdują się drugie otwory montażowe (12.3) masy.

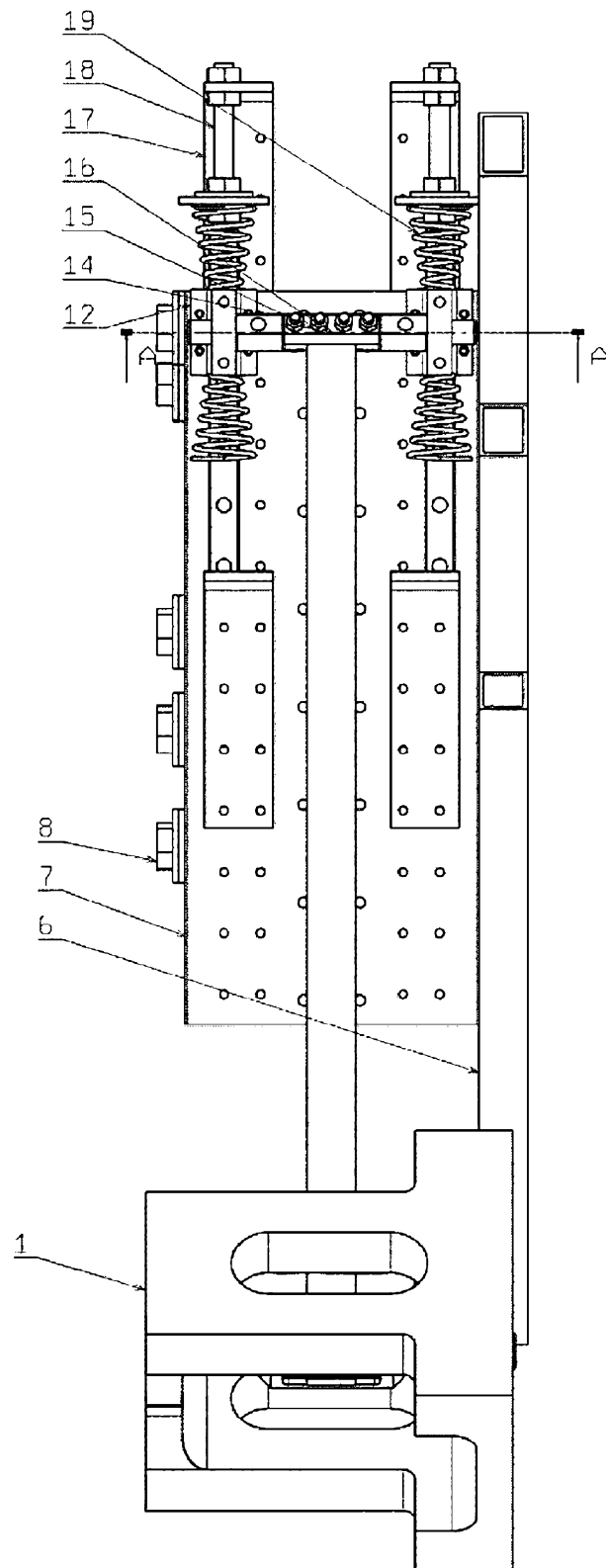


Fig. 3

A-A

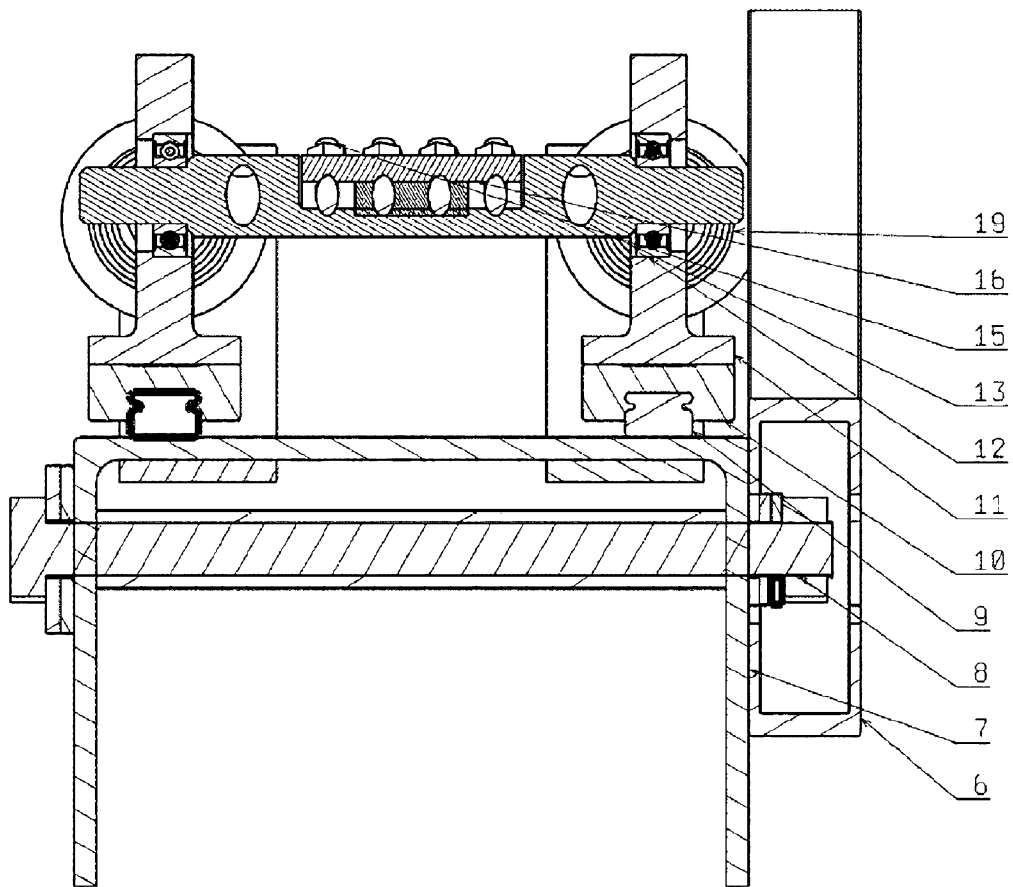


Fig. 3a

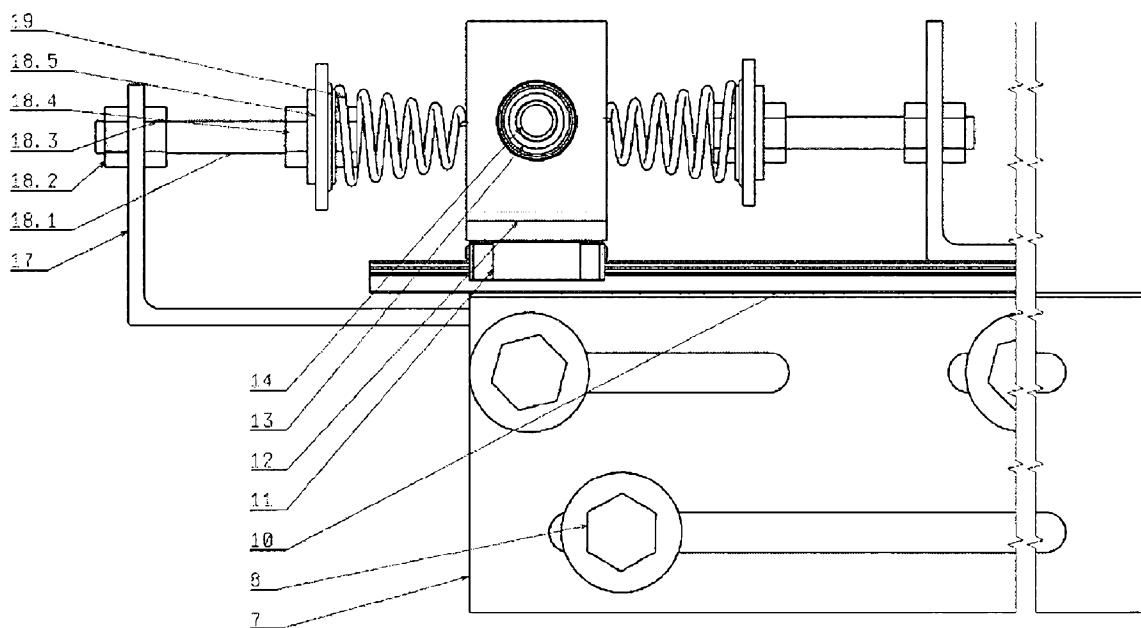


Fig. 4

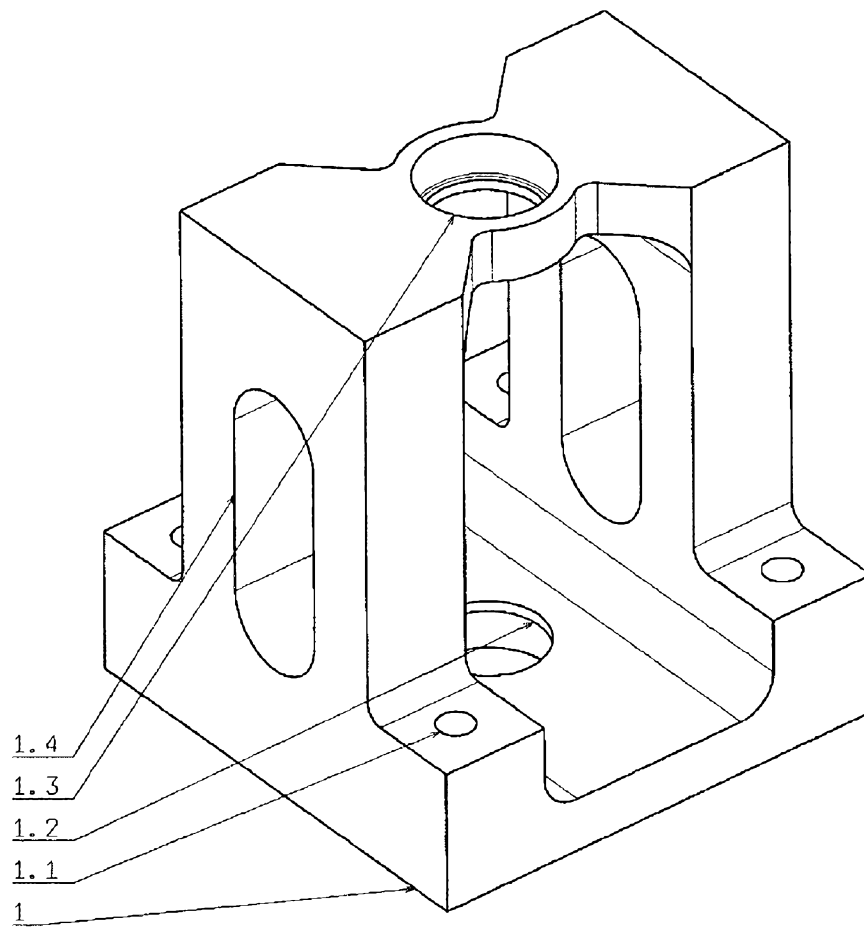


Fig. 5

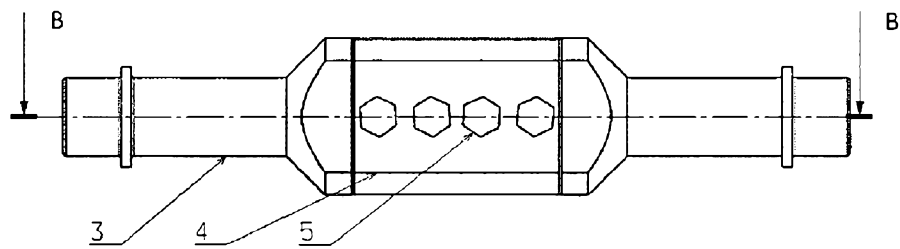


Fig. 6

B-B

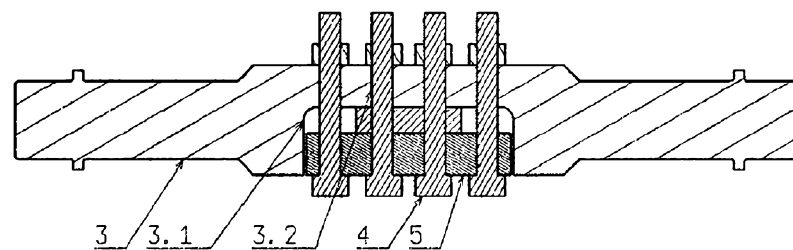


Fig. 6a

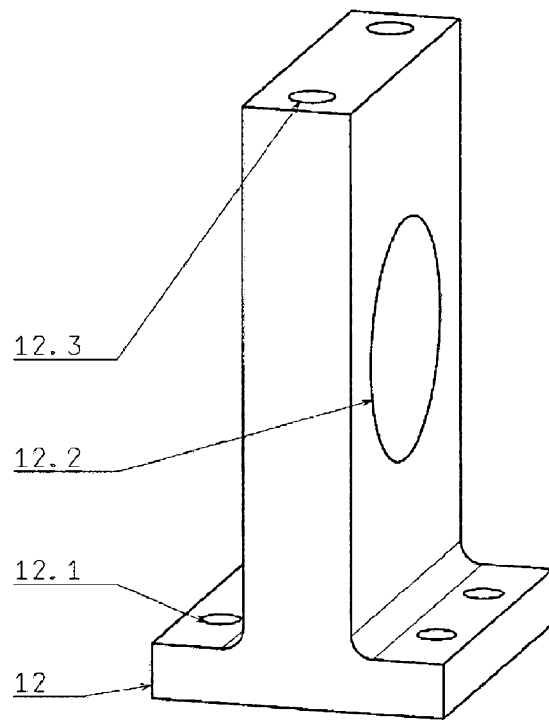


Fig. 7

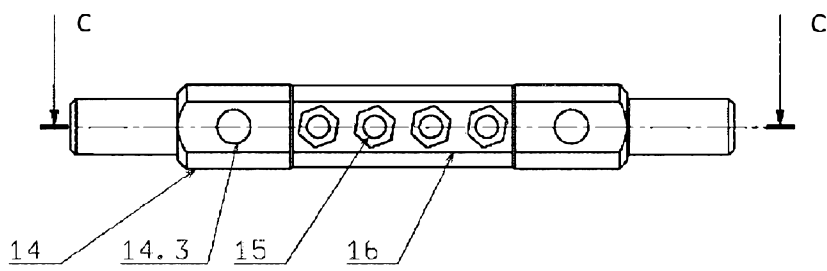


Fig. 8

C-C

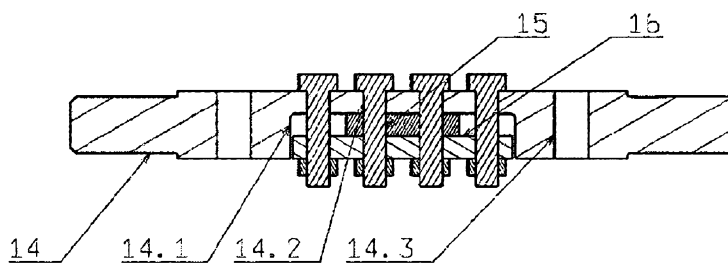


Fig. 8a

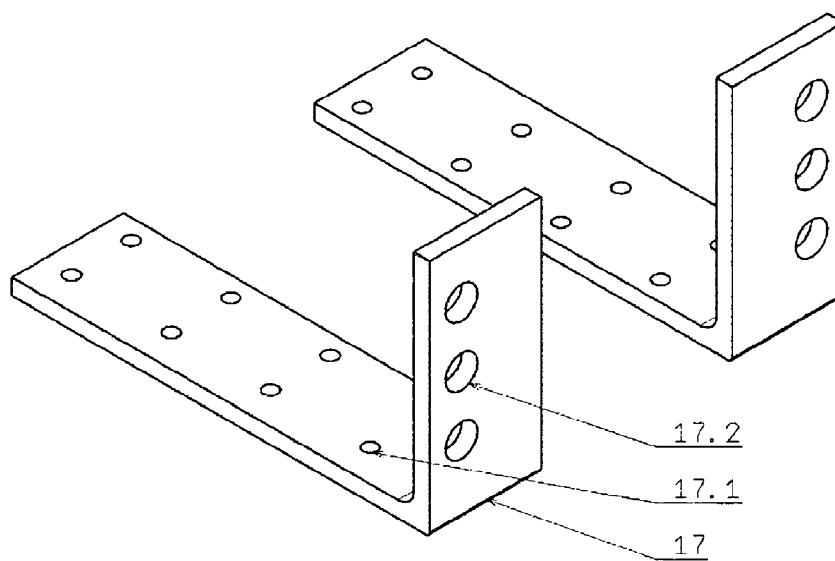


Fig. 9