

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10) **PL 243538 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **442814**

(22) Data zgłoszenia: **2022.11.16**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.05.15 BUP 20/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.09.04 WUP 36/2023**

(51) MKP:

**G01M 7/02** (2006.01)

**B25B 5/10** (2006.01)

**G01N 3/04** (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:  
**POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:  
**ŁUKASZ KŁODA, Lublin, PL**  
**MARCIN DANIEL BOCHEŃSKI,**  
**Rozkopaczew, PL**  
**MARCIN KOWALCZUK, Lublin, PL**  
**ANDRZEJ WEREMCZUK, Lublin, PL**

(74) Pełnomocnik:  
**Maciej Nowicki, Lublin, PL**

(54) Tytuł:

**Uchwyt do badania nieliniowej dynamiki płyty osiowosymetrycznej na wzbudniku elektromechanicznym ze sprzężeniami termomechanicznymi**

**PL 243538 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest uchwyt do mocowania płyt osiowosymetrycznych o warunkach brzegowych utwierdzenie na wzbudniku elektromechanicznym.

Dotychczas znany jest z opisu patentowego [PL227309B1](#) uchwyt do badania drgań belek i płyt za pomocą wibrometru laserowego. Składa się on z podstawy uchwytu w kształcie płyty, do której przymocowana jest ściana przednia, podparta żebrami bocznymi, przy czym w części górnej ściany przedniej znajdują się otwory gwintowane symetrycznie rozmieszczone względem płaszczyzny symetrii ściany przedniej parami, oraz że w części dolnej ściany przedniej znajdują się otwory przelotowe montażowe. Rozwiązanie to nie umożliwi montażu płyty osiowosymetrycznej z utwierdzeniem w warunkach brzegowych.

W artykułach:

- Alijani, F.; Bakhtiari-Nejad, F.; Amabili, M. (2011): Nonlinear vibrations of FGM rectangular plates in thermal environments, w: *Nonlinear Dyn* 66 (3), s. 251-270. DOI:10.1007/s11071-011-0049-8.
- Amabili, M.; Carra, S. (2009): Thermal effects on geometrically nonlinear vibrations of rectangular plates with fixed edges, w: *Journal of Sound and Vibration* 321 (3-5), s. 936-954. DOI: 10.1016/j.jsv.2008.10.004.
- Amabili, M.; Carra, S. (2012): Experiments and simulations for large-amplitude vibrations of rectangular plates carrying concentrated masses, w: *Journal of Sound and Vibration* 331 (1), s. 155-166. DOI:10.1016/j.jsv.2011.08.008.
- Amabili, Marco; Tajahmadi, Mohammad Reza Sareban (2012): Thermal post-buckling of laminated and isotropic rectangular plates with fixed edges: Comparison of experimental and numerical results, w: *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science* 226 (10), s. 2393-2401. DOI: 10.1177/0954406211434496.
- Awrejcewicz, Jan (red.) (2021): *Perspectives in Dynamical Systems II: Mathematical and Numerical Approaches*. Cham: Springer International Publishing (Springer Proceedings in Mathematics & Statistics).
- Doneva, Simona; Warmiński, Jerzy; Manoach, Emil (2021): Dynamics of Circular Plates Under Temperature and Mechanical Loadings, w: *Perspectives in Dynamical Systems II: Mathematical and Numerical Approaches*, red. Jan Awrejcewicz, t. 363. Cham: Springer International Publishing (Springer Proceedings in Mathematics & Statistics), s. 215-226.
- Geng, Qian; Di Wang; Liu, Yuan; Li, YueMing (2015): Experimental and numerical investigations on dynamic and acoustic responses of a thermal post-buckled plate, w: *Sci. China Technol. Sci.* 58 (8), s. 1414-1424. DOI:10.1007/s11431-015-5838-8.
- He, Huan; He, Cheng; Chen, Weimin; Chen, Guoping (2016): Free vibration solution of thick plate by using three-dimensional coupled thermoelastic theory, w: *J. vibroeng.* 18 (8), s. 5306-5320. DOI:10.21595/jve.2016.17400.
- Li, Dayang; Cao, Maosen; Manoach, Emil; Ragulskis, Minvydas (2022): Nonlinear oscillations of cracked large-amplitude vibrating plates subjected to harmonic loads, w: *Nonlinear Dyn* 107 (1), s. 247-267. DOI:10.1007/s11071-021-07000-2.
- Manoach, Emil; Warmińska, Anna; Warmiński, Jerzy; Doneva, Simona (2019): A reduced multimodal thermoelastic model of a circular Mindlin plate, w: *International Journal of Mechanical Sciences* 153-154 (1), s. 479-489. DOI: 10.1016/j.ijmecsci.2019.02.010.
- Rega, Giuseppe; Saetta, Eduardo; Settini, Valeria (2020): Modeling and nonlinear dynamics of thermomechanically coupled composite plates, w: *International Journal of Mechanical Sciences* 187 (3), s. 106106. DOI: 10.1016/j.ijmecsci.2020.106106,

opisano analizę numeryczną, analityczną i badania eksperymentalne zachowania dynamicznych powłok w różnych temperaturach otoczenia, natomiast w żadnym z przypadków nie badano płyty na wzbudniku elektromechanicznym. Ponadto tylko rozważania teoretyczne skupiają się na problemach płyty osiowosymetrycznej, natomiast przedstawione badania eksperymentalne ograniczają się do prostokątnych kształtów próbek.

Celem wynalazku jest możliwość mocowania płyt o warunkach brzegowych osiowosymetrycznych na wzbudniku elektromechanicznym z możliwością analizy modalnej i dynamiki nieliniowej w różnych temperaturach otoczenia.

Przedmiotem wynalazku jest uchwyt do badania nieliniowej dynamiki płyty osiowosymetrycznej na wzbudniku elektromechanicznym ze sprzężeniami termomechanicznymi. **Jego istotą jest to, że** składa się z płyty podstawy z przelotowym otworem osiowosymetrycznym w jej centralnej części. Płyta podstawy zamocowana jest do głowicy stołu wzbudnika elektromechanicznego za pomocą tulei dystansujących, w których znajdują się śruby. Tuleje dystansujące znajdują się pomiędzy powierzchnią stołu wzbudnika elektromechanicznego a dolną powierzchnią płyty podstawy. Śruby znajdują się w pierwszych przelotowych otworach montażowych płyty podstawy, tulejach dystansujących i wkręcone są w gwintowane otwory znajdujące się w stole wzbudnika elektromechanicznego. Płyta podstawy połączona jest z płytą dociskową za pomocą zestawu śrub zaciskowych i nakrętek, które to śruby dociskowe znajdują się w przelotowych otworach montażowych znajdujących się w płycie dociskowej na obwodzie przelotowego otworu osiowosymetrycznego znajdującego się w jej centralnej części oraz śruby zaciskowe znajdują się w drugich przelotowych otworach montażowych rozmieszczonych na obwodzie przelotowego otworu osiowosymetrycznego płyty podstawy oraz śruby zaciskowe zabezpieczone są nakrętkami tudzież badana próbka jest osadzona pomiędzy płytą podstawy a płytą dociskową i osadzona jest współosiowo z przelotowym otworem osiowosymetrycznym płyty podstawy oraz przelotowym otworem osiowosymetrycznym płyty dociskowej.

Korzystnym skutkiem zastosowania wynalazku jest to, że jego konstrukcja pozwala na montaż próbki w postaci płyty prostopadle do kierunku wymuszenia wzbudnika. Podczas drgań harmoniczných układu, badany element w postaci 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 ciągłego 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 pozwala na pomiar deformacji względnej. Wszystkie pomiary mogą być przeprowadzone w różnych temperaturach otoczenia, co wpływa na sprzężenia termomechaniczne w tym wyboczenie termiczne lub mnogość stanów równowagi dynamicznej w obszarach rezonansowych.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania jest uwidoczniony na rysunku, na którym poszczególne figury przedstawiają:

- fig. 1 – widok izometryczny z góry uchwytu,
- fig. 2 – widok z góry uchwytu,
- fig. 2a – przekrój uchwytu wzdłuż linii A-A z fig. 2,
- fig. 3 – widok izometryczny z góry uchwytu w rozstrzeleniu.

Uchwyt do badania nieliniowej dynamiki płyty osiowosymetrycznej na wzbudniku elektromechanicznym ze sprzężeniami termomechanicznymi w przykładzie wykonania przedstawionym na rysunku składa się z płyty podstawy 1 o zarysie kwadratu z zaokrąglonymi narożami z pierwszym osiowosymetrycznym otworem przelotowym 1.1 w jej centralnej części. Płyta podstawy 1 zamocowana jest do głowicy stołu wzbudnika elektromechanicznego 2 za pomocą tulei dystansujących 3, w których znajdują się śruby 4 w ten sposób, że tuleje dystansujące 3 znajdują się pomiędzy powierzchnią stołu wzbudnika elektromechanicznego 2 a dolną powierzchnią płyty podstawy 1, a śruby 4 znajdują się w pierwszych przelotowych otworach montażowych 1.2 płyty podstawy 1, tulejach dystansujących 3 i wkręcone są w gwintowane otwory 2.1 znajdujące się w stole wzbudnika elektromechanicznego 2. Płyta podstawy 1 połączona jest z płytą dociskową 6 za pomocą zestawu śrub zaciskowych 5 i nakrętek, które to śruby dociskowe 5 znajdują się w przelotowych otworach montażowych 6.1 znajdujących się w płycie dociskowej 6 na obwodzie przelotowego otworu osiowosymetrycznego 6.2 znajdującego się w jej centralnej części oraz śruby zaciskowe 5 znajdują się w drugich przelotowych otworach montażowych 1.3 rozmieszczonych na obwodzie przelotowego otworu osiowosymetrycznego 1.1 płyty podstawy 1 tudzież śruby zaciskowe 5 zabezpieczone są nakrętkami. Badana próbka 7 jest osadzona pomiędzy płytą podstawy 1 a płytą dociskową 6 i osadzona jest współosiowo z przelotowym otworem osiowosymetrycznym 1.1 płyty podstawy 1 i przelotowym otworem osiowosymetrycznym 6.2 płyty dociskowej 6.

Montowanie i badanie płyt w uchwycie do badania nieliniowej dynamiki na wzbudniku elektromechanicznym ze sprzężeniami termomechanicznymi polega na tym, że płyta podstawy 1 montowana jest rozłącznie do głowicy stołu wzbudnika elektromechanicznego 2 za pomocą kompletu śrub 4 włożonych w pierwsze otwory montażowe 1.2, tuleje dystansujące 3, a następnie wkręcone w gwintowane otwory 2.1. W dalszej kolejności próbka 7 i płyta dociskowa 6 ułożone są w stos na płycie podstawy 1 z zachowaniem współosiowości przelotowego otworu osiowosymetrycznego 1.1, próbki 7 i przelotowego otworu osiowosymetrycznego 6.2. Po ustaleniu orientacji komplet śrub zaciskowych 5 włożony w przelotowe

otwory montażowe 6.1 i pierwsze przelotowe otwory montażowy 1.3 zaciska się próbkę 7 pomiędzy płytą podstawy 1 i płytą dociskową 6. Po unieruchomieniu układu na głowicy stołu wzbudnika elektromechanicznego bada się dynamikę nieliniową układu przy jednoczesnym kontrolowaniu temperatury otoczenia.

### Zastrzeżenie patentowe

1. Uchwyt do badania nieliniowej dynamiki płyty osiowosymetrycznej na wzbudniku elektromechanicznym ze sprzężeniami termomechanicznymi **znamienny tym**, że składa się z płyty podstawy (1) z przelotowym otworem osiowosymetrycznym (1.1) w jej centralnej części, **przy czym** płyta podstawy (1) zamocowana jest do głowicy stołu wzbudnika elektromechanicznego (2) za pomocą tulei dystansujących (3), w których znajdują się śruby (4) w ten sposób, że tuleje dystansujące (3) znajdują się pomiędzy powierzchnią stołu wzbudnika elektromechanicznego (2) a dolną powierzchnią płyty podstawy (1), **zaś** śruby (4) znajdują się w pierwszych przelotowych otworach montażowych (1.2) płyty podstawy (1), tulejach dystansujących (3) i wkręcone są w gwintowane otwory (2.1) znajdujące się w stole wzbudnika elektromechanicznego (2) **tudzież** płyta podstawy (1) połączona jest z płytą dociskową (6) za pomocą zestawu śrub zaciskowych (5) i nakrętek, które to śruby dociskowe (5) znajdują się w przelotowych otworach montażowych (6.1) znajdujących się w płycie dociskowej (6) na obwodzie przelotowego otworu osiowosymetrycznego (6.2) znajdującego się w jej centralnej części **oraz** śruby zaciskowe (5) znajdują się w drugich przelotowych otworach montażowych (1.3) rozmieszczonych na obwodzie przelotowego otworu osiowosymetrycznego (1.1) płyty podstawy (1) oraz śruby zaciskowe (5) zabezpieczone są nakrętkami, **przy czym** badana próbka (7) jest osadzona pomiędzy płytą podstawy (1) a płytą dociskową (6) i osadzona jest współosiowo z przelotowym otworem osiowosymetrycznym (1.1) płyty podstawy (1) i przelotowym otworem osiowosymetrycznym (6.2) płyty dociskowej (6).

Rysunki

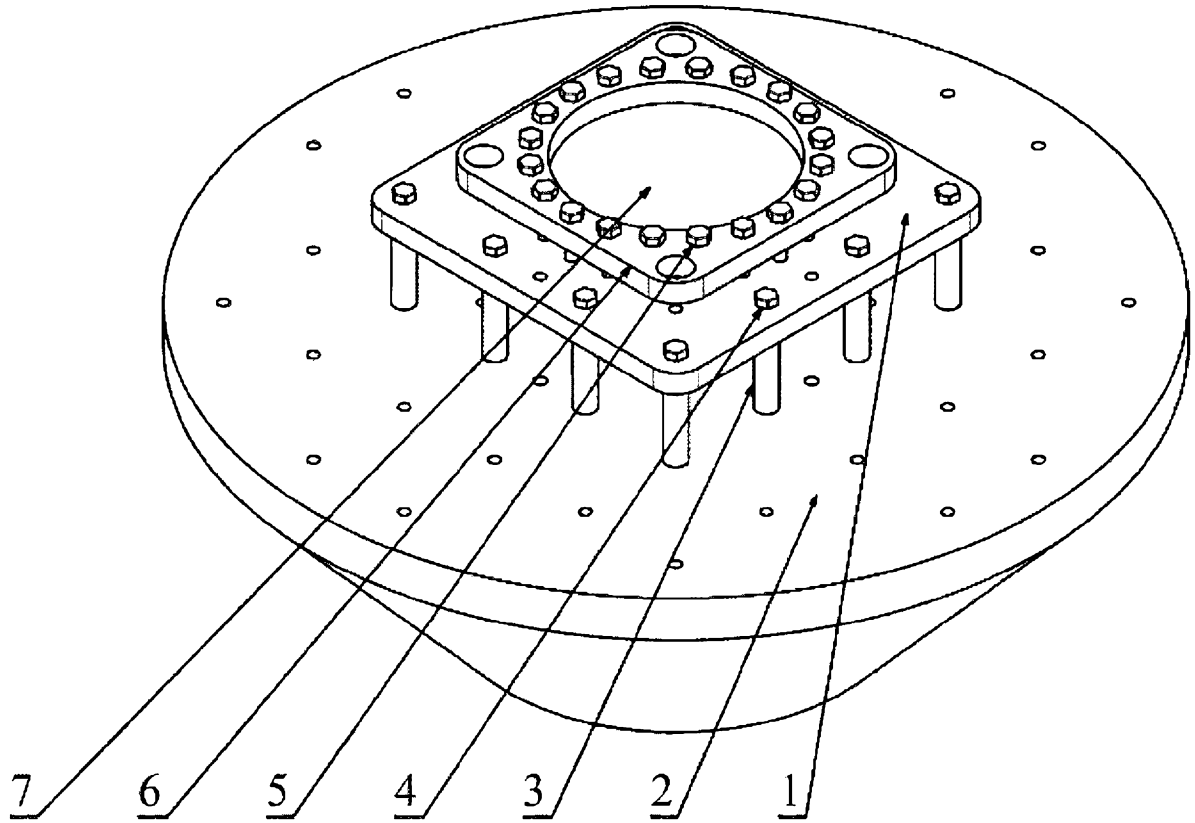


Fig. 1

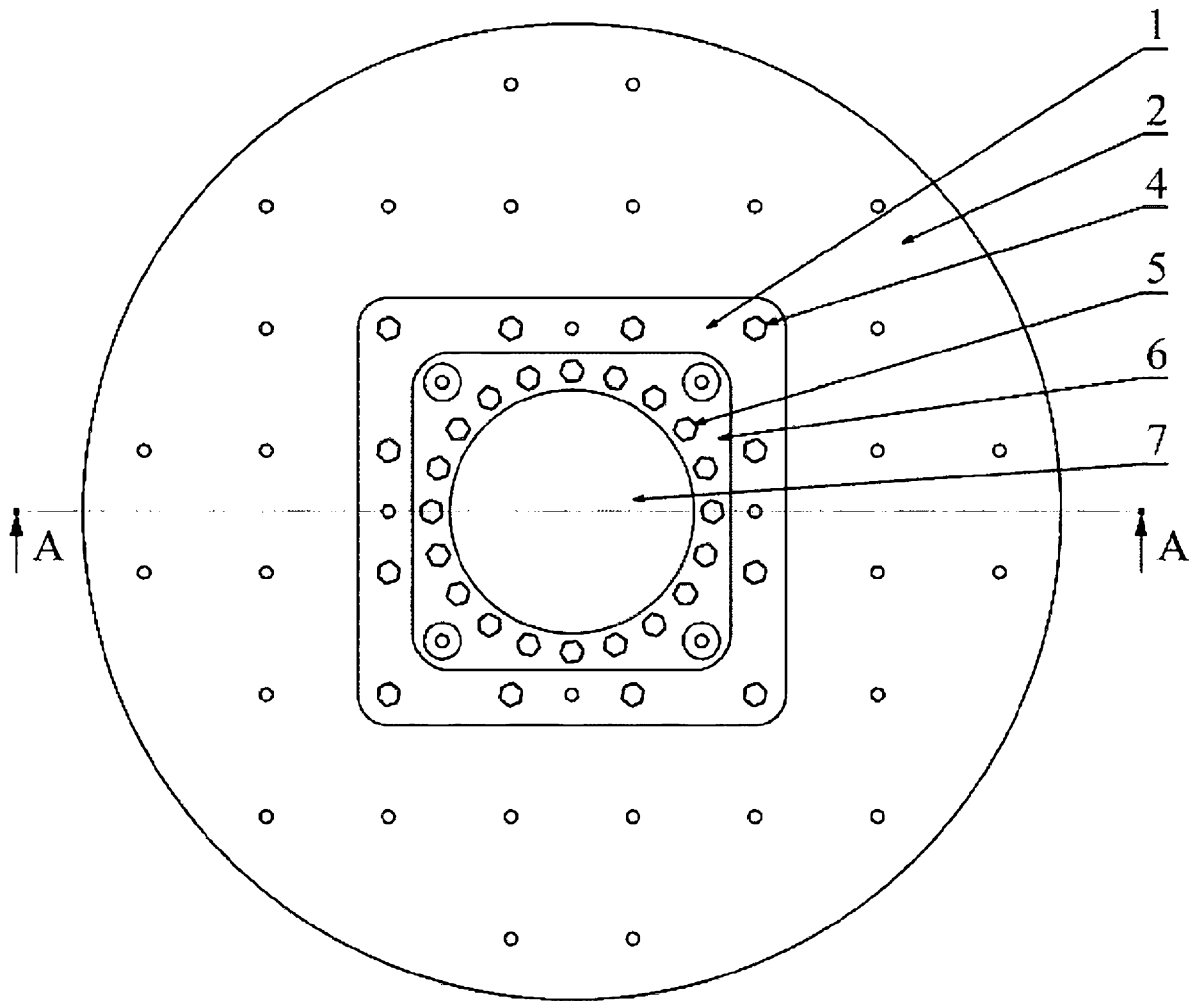


Fig. 2

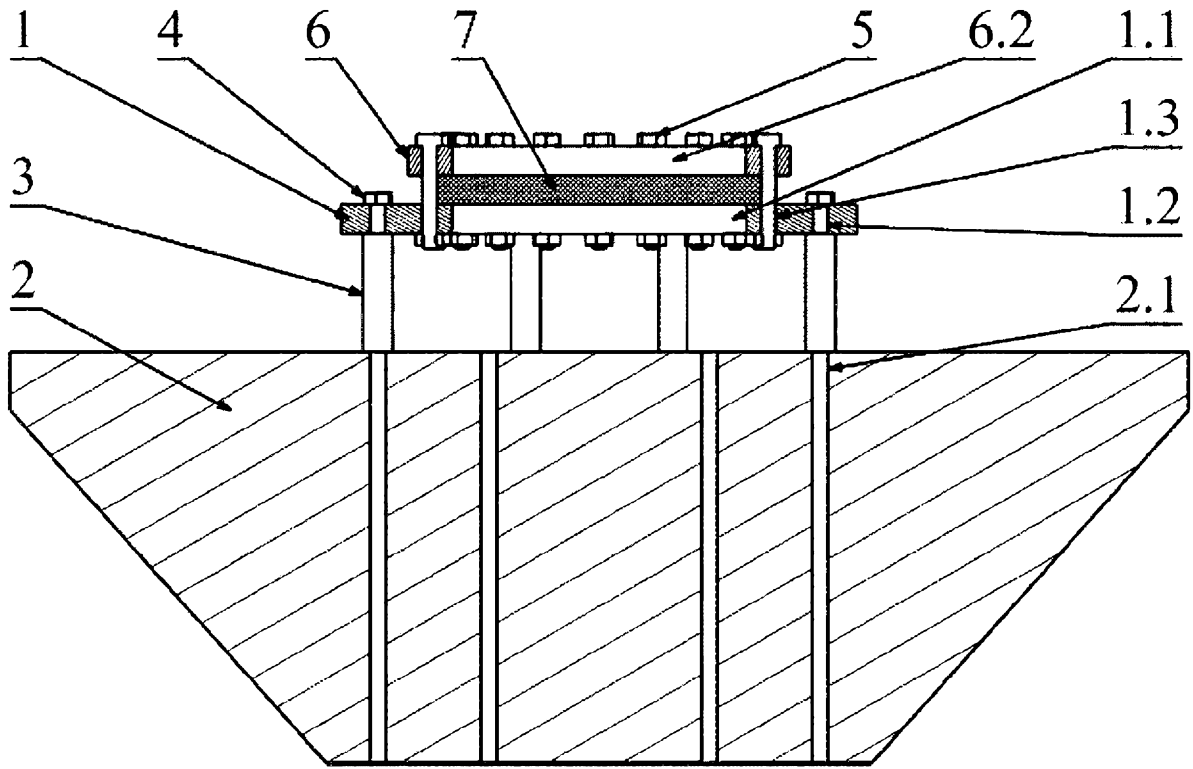


Fig. 2a

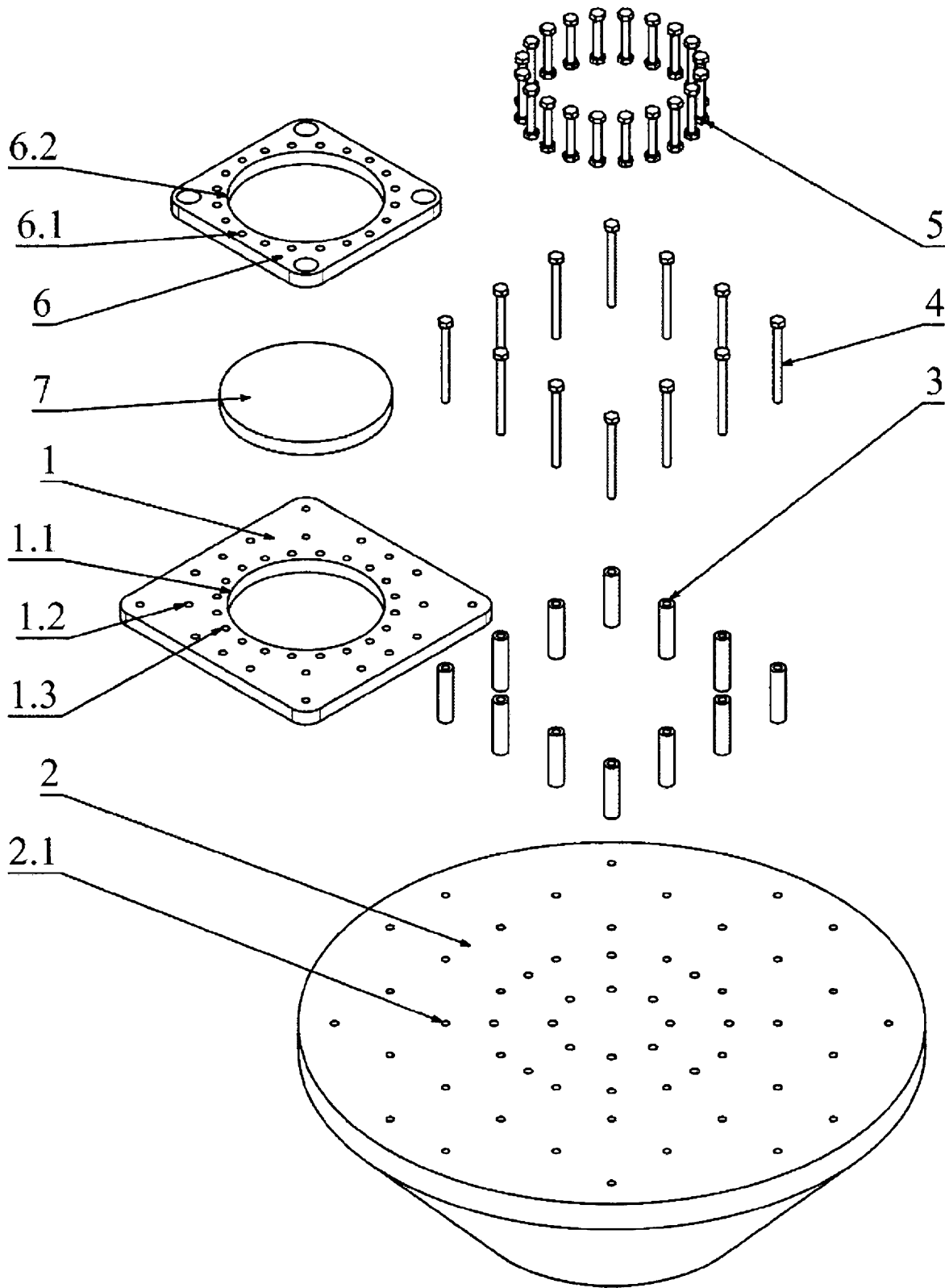


Fig. 3