

URZĄD PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

DOKUMENT PATENTOWY

Na podstawie przepisów ustawy z dnia 30 czerwca 2000 r. Prawo własności przemysłowej (Dz. U. z 2023 r. poz. 1170) został udzielony na rzecz:

POLITECHNIKA ŁÓDZKA, Łódź, Polska

PATENT

NR 247878

NA WYNALAZEK PT.

Jednokierunkowy harmoniczny wzбудnik /tłumik siły z wirnikami sprzężo-
nymi elektronicznie

*przedstawiony w opisie patentowym
włączonym do niniejszego dokumentu*

Patent trwa od dnia: **2022-05-18**

Warszawa, dnia 2025-09-10

*Z upoważnienia Prezesa
Urzędu Patentowego*
Starszy Specjalista

mgr Monika Russek

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 247878 B1

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **441217**

(22) Data zgłoszenia: **2022.05.18**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.11.20 BUP 47/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.09.08 WUP 36/2025**

(51) MKP:

B06B 1/10 (2006.01)

G01M 7/02 (2006.01)

G01M 7/00 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA ŁÓDZKA, Łódź, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

DONAT LEWANDOWSKI, Ksawerów, PL

JAN AWREJCEWICZ, Łódź, PL

KRZYSZTOF WITKOWSKI, Łódź, PL

MAKSYMILIAN BEDNAREK, Łódź, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Ewa Kaczur-Kaczyńska, Łódź, PL

(54) Tytuł:

Jednokierunkowy harmoniczny wzбудnik /tłumik siły z wimnikami sprzężonymi elektronicznie

PL 247878 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest jednokierunkowy harmoniczny wzbudnik/tłumik siły z wirnikami sprzężonymi elektronicznie, przeznaczony między innymi do zagęszczania betonu (jako wzbudnik drgań), tłumienia niepożądanych wibracji, tłumienia drgań w układach pneumatycznych, do napędu skokowego w urządzeniach stosujących sprzęgła jednokierunkowe (dla uzyskania ruchu w dowolnym kierunku), do mobilnych urządzeń z napędem impulsowo-tarciowym.

Znane są dotychczas jednokierunkowe wzbudniki/tłumiki siły z mechanicznym sprzężeniem mas wirujących.

Z opisu patentowego RU2387488C1 jest znany wzbudnik drgań niewyważonych, zawierający dwie, zamocowane na wspólnym wale niezależne niezrównoważone masy, w którym położenie jednej masy względem drugiej jest regulowane kątowno za pomocą sworznia sprężynowego.

W opisie zgłoszenia wynalazku WO2009100543A1 ujawniono wzbudnik zawierający dwie niewyważone masy zamocowane na dwóch wałach obracających się z różnymi częstotliwościami obrotowymi, sprzężonych mechanicznie za pomocą kół zębatych.

Z opisu zgłoszenia wynalazku US3640508A jest znany generator drgań zawierający dwie masy generujące powstanie niezrównoważonej siły, zamocowane mimośrodowo na dwóch wałach sprzężonych mechanicznie kołami zębatymi.

Z publikacji UA32745U jest znany sterowalny wzbudnik drgań niewyważonych, złożony z obudowy, umieszczonego w niej mechanizmu sterującego i niewyważonego wału z rowkami śrubowymi, na którym jest zamocowana jedna stała masa mimośrodowa oraz dwie ruchome masy mimośrodowe, połączone z wałem za pomocą zawleczek kulkowych. Położenie kątowne dwóch mas jest mechanicznie ustawiane za pomocą śruby. Przesuw tych elementów względem wału napędowego powoduje ich obrót na gwincie wykonanym na wale.

Niedogodnością wyżej opisanych konstrukcji wzbudników są stosowane w nich sprzężenia mechaniczne obciążone licznymi wadami, takimi jak wysokie koszty uzyskania dokładności przekładni zębatej, występowanie tarcia stykowego, ograniczona trwałość ze względu na zużywanie się elementów współpracujących oraz generowanie drgań od połączeń zębatych.

Celem niniejszego wynalazku jest opracowanie konstrukcji wzbudnika/tłumika siły, w którym sprzężenie mechaniczne mas niewyważonych – wirników będzie odbywało się bezstykowo z wykorzystaniem sprzężenia elektronicznego.

Jednokierunkowy harmoniczny wzbudnik/tłumik siły z wirnikami sprzężonymi elektronicznie, zawierający umieszczone we wspólnym korpusie niewyważone wirniki osadzone na wałach obrotowych ułożyskowanych w łożyskach tocznych, wyposażony w napęd, **według wynalazku**, zawiera dwie pary wirników z niewyważeniami, usytuowane w parach jeden nad drugim, przy czym pary wirników są usytuowane symetrycznie względem oddzielającej je pionowej ściany korpusu. Każdy wirnik jest osadzony na odrębnym wale złączonym sprzęgłem z silnikiem krokowym z e koderem prędkości obrotowej i położenia kątownego, przy czym wały wirników każdej pary wirników są współosiowe. Wał każdego wirnika jest umieszczony w układzie łożyskującym łożysk tocznych osadzonym od strony silnika w ścianie korpusu i zabezpieczony pierścieniem osadczym oraz nakrętką. Silniki napędzające wały wirników są połączone przewodowo z komputerowym systemem sterowania.

Wały wirników działają niezależnie od siebie i realizacja obrotu każdego z nich odbywa się za pomocą złączonego z nim silnika krokowego z e koderem prędkości obrotowej. E koder umożliwia sterowanie elektroniczne położenia kątownego wirników. Zarówno prędkości obrotowe jak i kątowne położenia wirników są z sobą sprzężone „elektronicznie”. Sprzężenie „elektroniczne” wirników zapewnia bezdemontażowe sterowanie parametrami $\omega(n)\varphi$, oraz wartością siły F_z nastawianej drogą zmiany kąta położenia wirników β , przy czym $\omega(n)$ oznacza prędkość kątową (obrotową) wirnika, φ – fazę, F_z – siłę wymuszającą. Usytuowanie wirników oraz rodzaj zastosowanych silników umożliwia ich bezpośrednie podłączenie do systemu sterowania.

W wzbudniku według wynalazku wyeliminowano stosowanie kół zębatych, pasków zębatych, klinowych, przekładni ciernych, dzięki czemu zminimalizowano skutki zużycia elementów współpracujących. W czasie drgań wzbudnika można sterować kierunkiem i wartością siły wzbudzenia. Konstrukcja wzbudnika według wynalazku umożliwia zastosowanie go jako tłumika wibracji dowolnego urządzenia. Dzięki regulowanej wzajemnej pozycji symetrycznych niewyważonych wirników uzyskuje się w wzbudniku według wynalazku możliwość zmiany siły wzbudzenia przy stałej wartości częstotliwości wymuszenia.

Przedmiot wynalazku przedstawiono w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia wzbudnik w przekroju osiowym i w przekroju poprzecznym C-C, fig. 2 wzbudnik w przekroju wzdłużnym trójwymiarowym, fig. 3 ilustruje współpracę wirników wzbudnika, zaś fig. 4 przedstawia wykresy amplitudy siły generowanej przez wzbudnik (siły F) w funkcji kąta określającego położenie katowe wirników względem siebie (kąta β), sporządzone w badaniach symulacyjnych zastosowania wzbudnika do tłumienia amplitudy drgań.

Jednokierunkowy harmoniczny wzbudnik/tłumik siły zawiera, umieszczone we wspólnym korpusie 1, dwie pary wirników z niewyważeniami 2, 3 i 4, 5, usytuowane w parach jeden nad drugim, przy czym pary wirników są usytuowane równolegle względem siebie i oddzielone od siebie pionową przegrodą korpusu 1. Każdy wirnik 2, 3, 4, 5 jest osadzony na odrębnym wale, odpowiednio 6, 7, 8, 9 złączonym sprzęgłem z silnikiem krokowym odpowiednio 10, 11, 12, 13. Każdy silnik krokowy 10, 11, 12, 13 jest wyposażony w enkoder prędkości obrotowej i położenia katowego. Wały 6, 7 wirników 2, 3 oraz wały 8, 9 pary wirników 4, 5 są współosiowe. Każdy z wałów 6, 7, 8, 9 wirników 2, 3, 4, 5 jest umieszczony w układzie łożyskującym odpowiednio 14, 15, 16, 17 łożysk tocznych i osadzony od strony silnika w ścianie korpusu i zabezpieczony pierścieniem osadczym odpowiednio 18, 19, 20, 21 również osadzonym w ścianie korpusu 1 i zabezpieczonym nakrętką odpowiednio 22, 23, 24, 25. Silniki 10, 11, 12, 13 napędzające wały 6, 7, 8, 9 wirników 2, 3, 4, 5 są połączone przewodowo z komputerowym systemem sterowania.

Istotną cechą zastosowanej konstrukcji sprzężonych wirujących mas jest bezmontażowe uzyskanie zmiany siły niewyważenia przy stałym iloczynie masy i promienia niewyważenia ($m r = \text{const}$). Stąd siła wymuszająca F generowana przez wzbudnik zależy tylko od prędkości katowej ω wirników i nastawionego w systemie sterowania odpowiedniego kąta β określającego położenie katowe wirników względem siebie. Jest możliwość zmiany siły wzbudzenia F przy stałej prędkości ω , niezmienniej masie wirników m i stałym promieniu wirowania r . Nastawienia siły wzbudzenia F dla określonej prędkości obrotowej, dokonuje się jest poprzez równoczesną zmianę wartości kąta $\beta = \beta/2 + \beta/2$ w parach wirników. Największa siła wzbudzenia $F = F_{\max}$ występuje dla kąta $\beta = 0$ (czyli w sytuacji, w której wirniki stykają się ze sobą, a najmniejsza $F=0$ dla kąta $\beta = \pi/2$ (gdy środki mas poszczególnych wirników są w największej odległości od siebie).

Wzbudnik według wynalazku o parametrach: $m = 1 \text{ kg}$, $r = 0,4 \text{ m}$, $n = 2 \text{ s}^{-1}$ $\varphi = 0$ dla płynnej zmiany amplitudy siły $F_z(t, \beta)$ w założonym zakresie kąta β ($0 \leq \beta \leq \pi/4$) zastosowano w badaniach symulacyjnych do tłumienia amplitudy drgań. Wykonano wykresy amplitudy siły F w funkcji kąta β . Dla ustalonej amplitudy siły wymuszającej wygenerowanej przy zasilaniu tylko wirników 2, 4 (wykres a na fig. 4 rysunku), pokazano możliwość wytłumienia amplitudy (wykres c na fig. 4), zmieniając położenie katowe wirników 3, 5 (wykres b na fig. 4 rysunku). Z wykresów amplitudy siły F wynika, że skuteczne tłumienie amplitudy drgań nastąpiło dopiero przy pracy wszystkich wirników.

Zastrzeżenie patentowe

1. Jednokierunkowy harmoniczny wzbudnik/tłumik siły z wirnikami sprzężonymi elektronicznie, zawierający umieszczone we wspólnym korpusie niewyważone wirniki osadzone na wałach obrotowych ułożyskowanych w łożyskach tocznych, wyposażony w napęd, **znamienny tym**, że zawiera dwie pary wirników z niewyważeniami (2, 3 i 4, 5), usytuowane w parach jeden nad drugim i pary wirników (2, 3 i 4, 5) są usytuowane symetrycznie względem oddzielającej je pionowej ściany korpusu (1) i każdy z wirników (2, 3, 4, 5) jest osadzony na odrębnym wale odpowiednio (6, 7, 8, 9) złączonym sprzęgłem z silnikiem krokowym odpowiednio (10, 11, 12, 13) z enkoderem prędkości obrotowej i położenia katowego, dodatkowo wały (6, 7) wirników (2, 3) oraz wały (8, 9) pary wirników (4, 5) są współosiowe i wał każdego z wirników (2, 3, 4, 5) jest umieszczony w układzie łożyskującym odpowiednio (14, 15, 16, 17) łożysk tocznych i podparty od strony silnika w ścianie korpusu (1) oraz zabezpieczony pierścieniem osadczym odpowiednio (18, 19, 20, 21) oraz nakrętką odpowiednio (22, 23, 24, 25), przy czym silniki napędzające (10, 11, 12, 13) wały (6, 7, 8, 9) wirników (2, 3, 4, 5) są połączone przewodowo z komputerowym systemem sterowania.

Rysunki

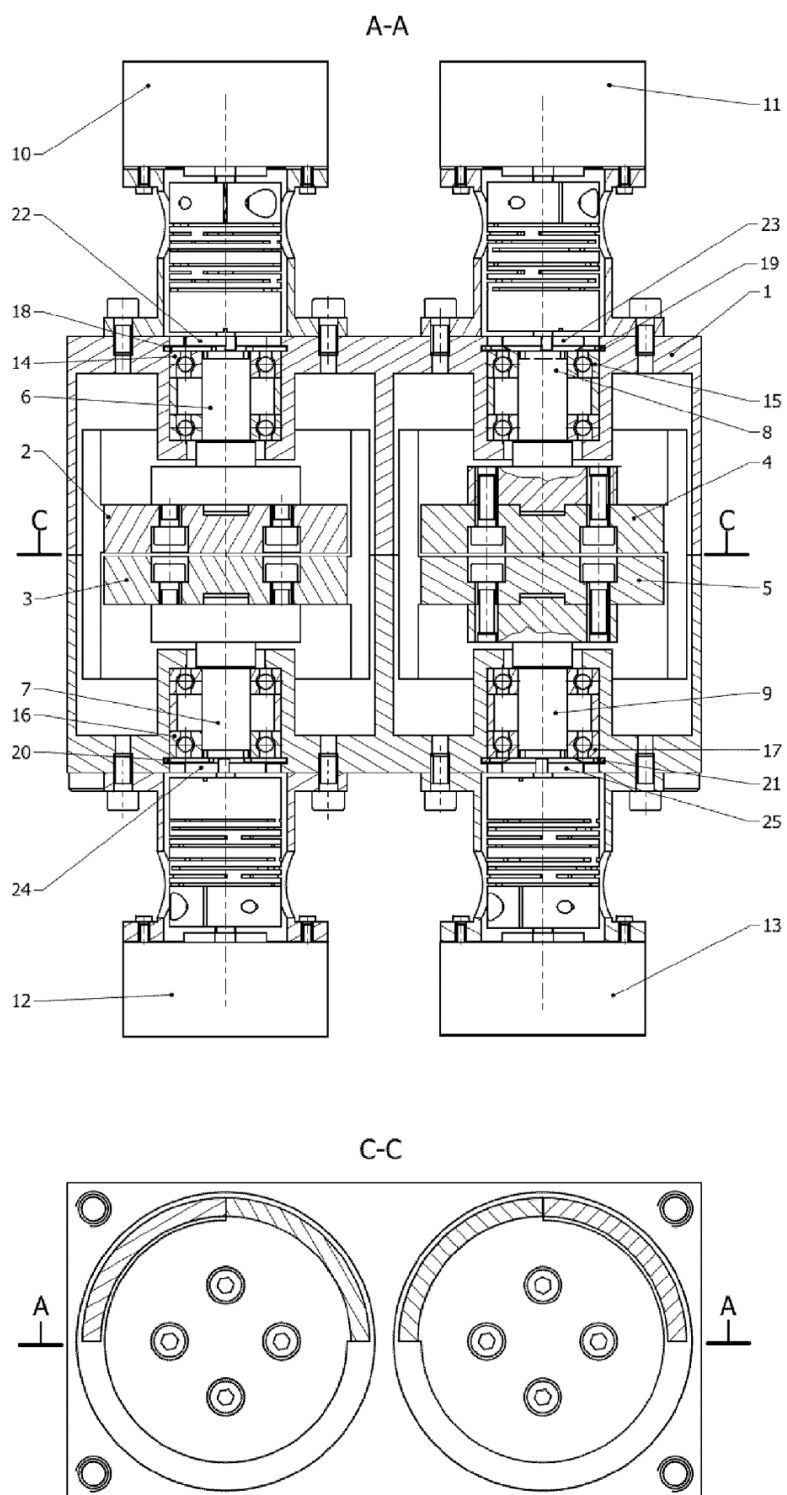


Fig. 1

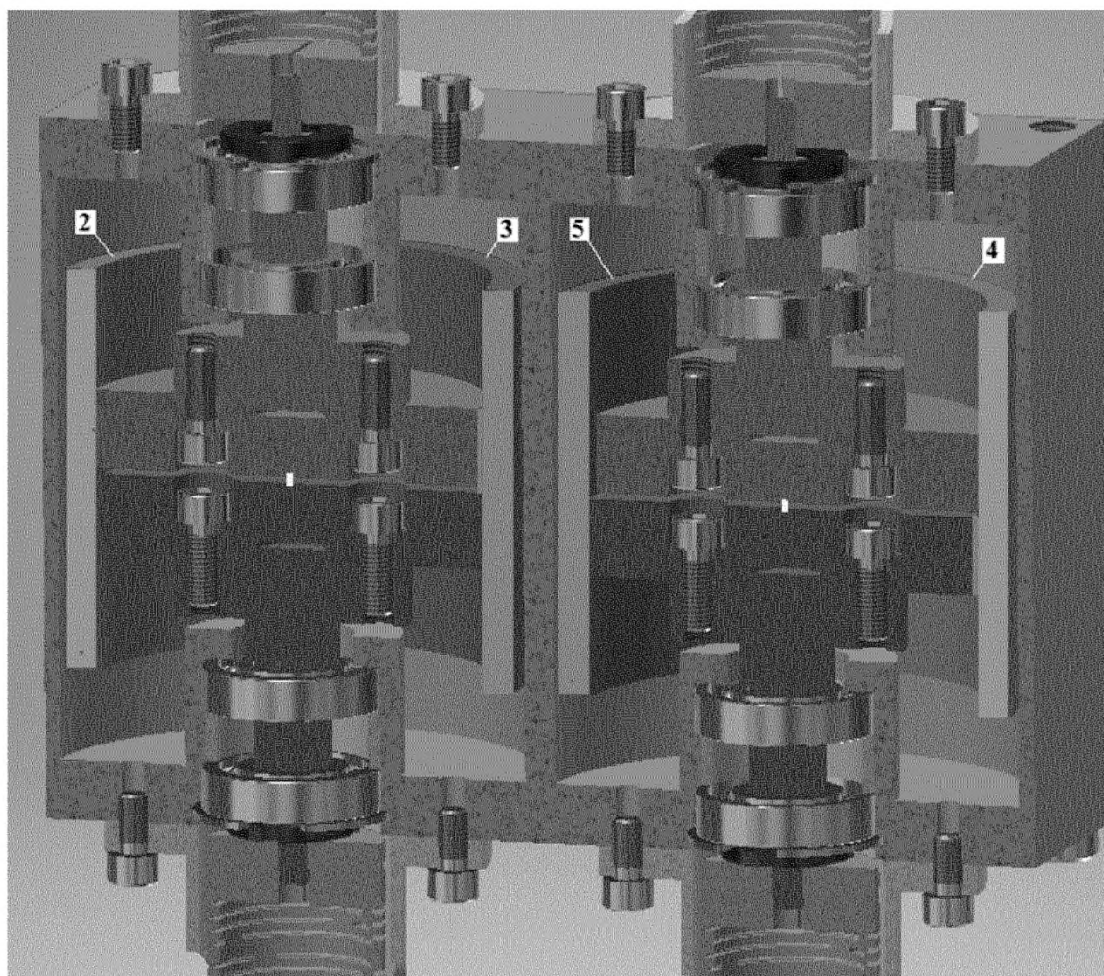


Fig. 2

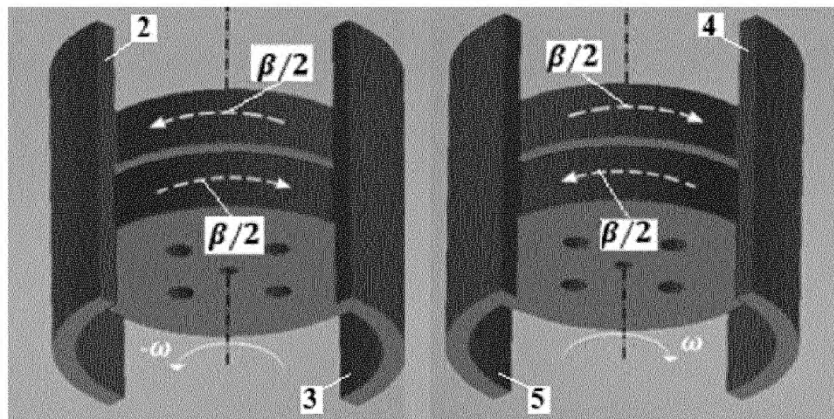


Fig. 3

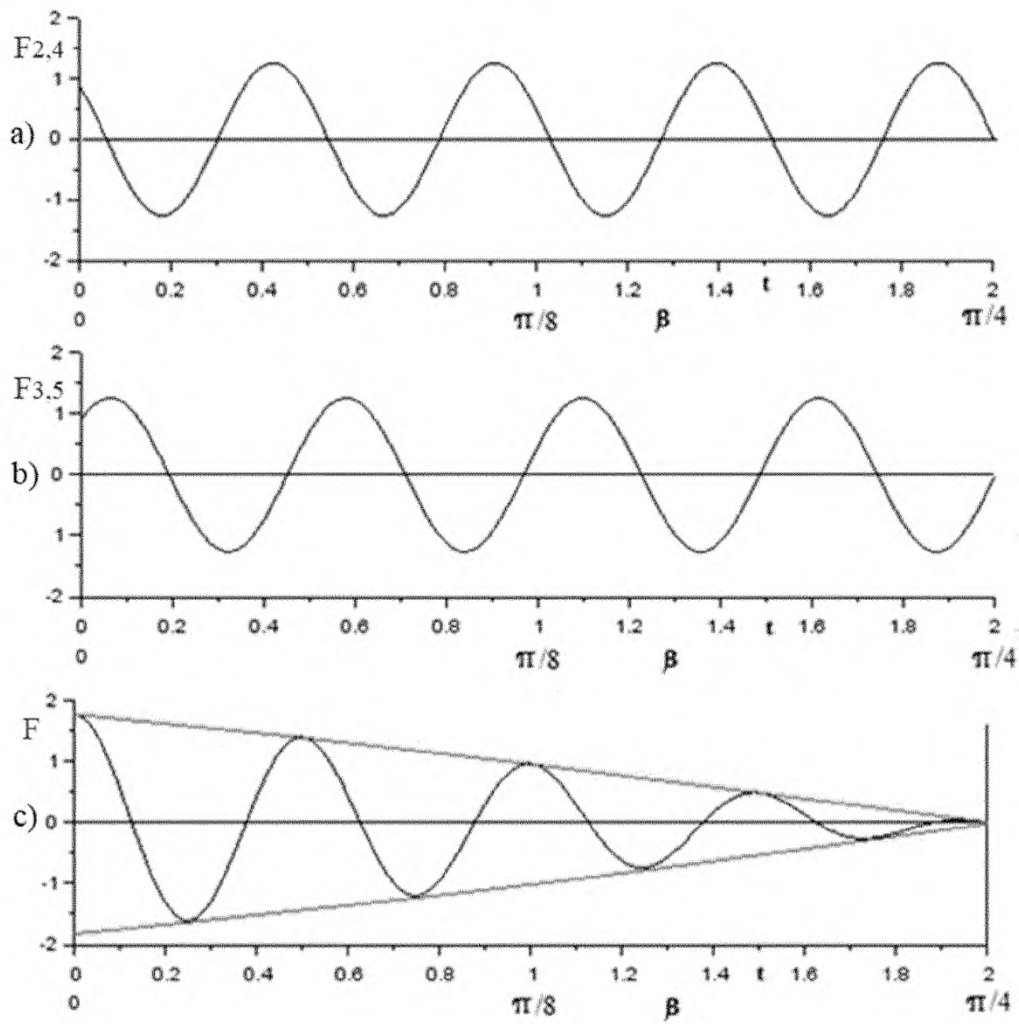


Fig. 4