

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL** (11) **240260**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **432370**

(51) Int.Cl.
B65G 27/28 (2006.01)
B65G 27/32 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **23.12.2019**

(54) **Rewersyjny przenośnik wibracyjny i sposób sterowania pracą rewersyjnego
przenośnika wibracyjnego**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
28.06.2021 BUP 13/21

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
07.03.2022 WUP 10/22

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,
KRAKÓW, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

PIOTR CZUBAK, Kraków, PL

(74) Pełnomocnik:

rzec. pat. Robert Klisowski

PL 240260 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest rewersyjny przenośnik wibracyjny i sposób sterowania pracą rewersyjnego przenośnika wibracyjnego, umożliwiający regulację prędkości transportowania oraz szybkie zatrzymanie i zmianę kierunku transportu nadawy, mający zastosowanie do transportu zwłaszcza materiałów sypkich lub przedmiotów o niewielkich wymiarach, np. w przemyśle przetwórczym, spożywczym, szklarskim i tytoniowym.

Znane są rewersyjne przenośniki wibracyjne, przykładowo z amerykańskiego opisu patentowego US5178259A, wyposażone w podwieszony do rynny dwa wibratory, których silniki elektryczne napędzają wały z zamocowaną na nich niewyważoną masą, wymuszającą drgania ukierunkowane prostopadłe do pionowej płaszczyzny prowadzonej przez oś wzdłużną rynny. Rynna otwarta na obu końcach jest sprężyste podparta na sztywnej podstawie w zasadniczo poziomym położeniu. W zależności odżądanego kierunku transportowania materiału alternatywnie włączany jest jeden albo drugi wibrator. Przenośniki z dwoma wibratorami charakteryzują się dużą wydajnością, ale są kosztowne w produkcji i eksploatacji. Drgania pracy jednego wibratora powodują w łożyskach drugiego, nieruchomego wyciskanie smaru i występowanie fałszywych odcisków Brinella z efektem szybkiego zużycia. Znane są również, rewersyjne przenośniki posiadające jeden wibrator podwieszony centralnie do rynny w pobliżu środka ciężkości przenośnika, np. przenośnik ujawniony w amerykańskim opisie patentowym US5713457A, zawierający wibrator wyposażony silnik o zmiennym kierunku obrotów. Na obu końcach rynny zamocowane są identyczne eliminatory drgań powodujące spłaszczenie elipsy drgań masy głównej przenośnika przy częstotliwości wymuszeń drgań wibratora zbliżonej do częstotliwości drgań własnych eliminatorów. Każdy eliminator złożony jest z masy pomocniczej podwieszony pionowo do rynny na sprężynie. W rozwiązaniach takich zmiana kierunku transportowania dokonywana przez zmianę kierunku obrotów silnika – co wymaga przejścia kolejno przez wybieg maszyny, a następnie przez rezonans przejściowy – stanowiąc czas nieprodukcyjny przenośnika. Ponadto, eliptyczne trajektorie ruchu drgającego rynny znacznie ograniczają wydajność takich urządzeń. Znany jest również z polskiego opisu patentowego PL214240B1 przenośnik wibracyjny zawierający otwartą na obu końcach rynnę, sprężyste podpartą na sztywnej podstawie w zasadniczo poziomym położeniu, oraz obrotowy napęd wibracyjny, podwieszony centralnie do rynny. Przenośnik wyposażony jest w dwa lub więcej masowe eliminatory drgań Frahma, zamocowane do rynny z każdej strony wału tak, że ich masy pomocnicze prowadzone są wzdłuż prostopadłych względem siebie kierunków, przecinających się w osi wału wibratora. Przy większej liczbie mas pomocniczych usytuowane są one parami symetrycznie wokół osi wału. Eliminatory drgań mają różne częstotliwości drgań własnych a silnik napędzający wał wibratora ma zmienną prędkość obrotową o zakresie obejmującym częstotliwości drgań własnych obu eliminatorów. Rozwiązanie powoduje wygaszanie drgań rynny na kierunku drgań tego eliminatora, którego częstotliwość drgań własnych jest równa częstotliwości wymuszeń. Wartość drgań na kierunku prostopadłym pracy drugiego eliminatora nie ulega zmianie – co powoduje transport nadawy.

Z polskiego opisu patentowego PL225660B1 znany jest również rewersyjny przenośnik wibracyjny, wyposażony w dwa lub więcej eliminatory drgań Frahma, zamocowane do rynny z każdej strony wału tak, że ich masy pomocnicze prowadzone są wzdłuż równoległych względem siebie kierunków. W przenośniku tym istnieje możliwość równoczesnej zmiany tych kierunków. Zasada działania polega na tym, że częstotliwość wymuszenia wibratora centralnego jest częstotliwością własną eliminatorów Frahma. Eliminatory te wygaszają drgania rynny na swoim kierunku pracy.

Zmiana kąta fazowego ustawienia wibratorów powoduje zmianę kierunku drgań rynny, powodując zmianę kierunku i szybkości transportowania. Z polskiego zgłoszenia patentowego P425950A1, znany jest przenośnik wibracyjny, umożliwiający szybkie zatrzymanie transportu nadawy lub jej dozowanie zawierający otwartą co najmniej na jednym końcu rynnę, sprężyste podpartą w zasadniczo poziomym położeniu, oraz napęd wibracyjny w postaci pary samosynchronizujących się przeciwbieżnych wibratorów podwieszonych do rynny przenośnika pod takim kątem, że ich siła wypadkowa przechodzi przez środek ciężkości rynny leżący na pionowej płaszczyźnie poprowadzonej przez oś wzdłużną rynny, a osie obrotu wibratorów są do tej płaszczyzny prostopadłe. Przenośnik posiada dodatkową masę eliminatora drgań połączoną za pomocą dodatkowego sprężystego zawieszenia do rynny w taki sposób, że jej środek ciężkości pokrywa się ze środkiem ciężkości rynny. Masa eliminatora posiada ograniczone stopnie swobody do jednego translacyjnego na kierunku zgodnym z kierunkiem siły wypadkowej elektrowibratorów, które połączone są za pośrednictwem znanych środków przeniesienia napędu z silnikami elektrycznymi wyposażonymi w regulatory prędkości obrotowej, którymi mogą być falowniki. Poprzez

zmianę prędkości obrotowej zsynchronizowanych wibratorów zmienia się częstość wymuszenia, co wpływa na zmianę prędkości transportu nadawy.

Znane rozwiązania przenośników zazwyczaj nie pozwalają na nagłe zatrzymanie i zmianę kierunku transportu, gdyż po wyłączeniu przenośnika transport nadal zachodzi przez pewien czas, na skutek drgań maszyny przy wybiegu. Z kolei zastosowanie wzbudników elektromagnetycznych zapewnia krótki czas zatrzymania, lecz zwiększa koszty urządzenia. Natomiast zainstalowanie dodatkowych elementów w konstrukcji, komplikuje układ mechaniczny, który pod wpływem drgań roboczych rynny może ulec zniszczeniu.

Istota rewersyjnego przenośnika wibracyjnego, zawierającego rynnę otwartą co najmniej na jednym końcu, sprężyste podpórki na sztywnej podstawie, w zasadniczo poziomym położeniu oraz napęd wibracyjny w postaci pary przeciwbieżnych wibratorów podwieszonych do rynny przenośnika pod takim kątem, że w trybie pracy w stanie ustalonym ich siła wypadkowa przechodzi przez środek ciężkości rynny i układu jej zawieszenia, leżący na pionowej płaszczyźnie poprowadzonej przez oś wzdłużną rynny, a osie obrotu wibratorów są do tej płaszczyzny prostopadłe, przy czym wibratory połączone są za pośrednictwem znanych środków przeniesienia napędu z silnikami elektrycznymi wyposażonymi w regulatory prędkości obrotowej, które stanowią falowniki, polega na tym, że wibratory podwieszono do rynny za pomocą wspornika, tak że odległość pomiędzy środkiem ciężkości rynny przenośnika i punktem leżącym na środku odcinka, łączącego osie wibratorów jest większa lub równa długości rynny, a ponadto odległość pomiędzy sprężystymi podporami stanowiącymi układ zawieszenia a środkiem ciężkości jest mniejsza lub równa 0,3 długości rynny. Ponadto, falowniki posiadają możliwość kontrolowanego sterowania kątem fazowym ustawienia wibratorów.

Korzystnym jest aby kąt podwieszenia wibratorów do rynny przenośnika, a tym samym kierunek działania siły wypadkowej w trybie pracy ustalonej wynosił 30° względem pokładu rynny.

W celu zmniejszenia momentu samosynchronizacji wibratorów i ułatwienia kontroli ich rozfazowania, korzystnym jest gdy odległość pomiędzy osiami obrotu wibratorów jest jak najmniejsza, możliwa konstrukcyjnie.

Istota sposobu sterowania pracą rewersyjnego przenośnika wibracyjnego, charakteryzującego się tym, że w trybie pracy w stanie ustalonym reguluje się prędkość transportu nadawy poprzez zmianę częstości wymuszenia drgań rynny za pomocą zmiany prędkości obrotowej wibratorów przy zachowanym kącie fazowym ustawienia wibratorów równym zero, polega na tym, że w celu zmiany kierunku transportu nadawy, wywołuje się drgania kątowe rynny przenośnika w pionowej płaszczyźnie (x, y) poprowadzonej przez oś wzdłużną rynny, w taki sposób, iż rozfazowuje się układ wibratorów tak, aby ich kąt fazowy był różny od zera i wywoływana przez te wibratory wypadkowa siła wymuszająca nie przechodziła przez środek ciężkości rynny i układu jej zawieszenia. Dzięki dużej odległości środka układu wibratorów od środka ciężkości rynny i dzięki wąskiemu rozstawowi zawieszenia rynny zatrzymanie spływu nadawy i zmiana kierunku jej transportu są możliwe przy niewielkim kącie rozfazowania ustawienia wibratorów.

Korzystnym jest, gdy w celu zmiany kierunku transportu nadawy, kąt fazowy dobiera się tak, aby wypadkowa siła wymuszająca przechodziła przez punkt znajdujący się poza obrysem rynny.

Rwersyjny przenośnik wibracyjny i sposób sterowania pracą rewersyjnego przenośnika wibracyjnego, według wynalazku, zostały przedstawione w przykładzie realizacji oraz zobrazowane schematycznym rysunkiem przedstawiającym przenośnik w trybie pracy z odwróconym kierunkiem transportu.

Obustronnie otwarta, pozioma rynnę 1 przenośnika wibracyjnego posadowioną na sztywnym podłożu za pomocą sprężystych podpór 2, wprawiana jest w ruch drgający za pomocą pary przeciwbieżnych wibratorów 5. Odległość r pomiędzy sprężystymi podporami stanowiącymi układ zawieszenia a środkiem ciężkości C rynny 1 i układu jej zawieszenia wynosi 0,25 długości b rynny 1. Wibratory 5 podwieszono do rynny 1 za pomocą wspornika 6, tak, że odległość pomiędzy środkiem ciężkości C rynny 1 przenośnika i punktem A leżącym na środku odcinka, łączącego osie wibratorów 5 wynosi 1,2 długości b rynny 1. Odległość pomiędzy osiami obrotu wibratorów 5 jest najmniejsza możliwa konstrukcyjnie, a kąt podwieszenia wibratorów 5 do rynny 1 jest taki, że w trybie pracy w stanie ustalonym ich wypadkowa siła S przechodzi pod kątem $\beta = 30^\circ$ względem poziomej powierzchni pokładu rynny 1, przez leżący na pionowej płaszczyźnie x, y poprowadzonej przez oś wzdłużną rynny, środek ciężkości C rynny 1 i układu jej zawieszenia. W trybie pracy w stanie ustalonym, reguluje się prędkość transportu nadawy 3 poprzez zmianę częstości wymuszenia drgań rynny 1 przenośnika. Osiąga się to poprzez zmianę prędkości obrotowej wibratorów 5 przy zachowanym zerowym kącie fazowym $\Delta\varphi$, tj. dla $\varphi_1 = \varphi_2$ wibratorów 5, których osie obrotu są prostopadłe do płaszczyzny x, y .

Do regulacji prędkości obrotowej wibratorów 5 używa się falowników 4, kontrolujących pracę silników elektrycznych, napędzających te wibratory 5, poprzez układ przekładni mechanicznych. W celu zmiany kierunku transportu nadawy 3, wywołuje się drgania kątowe α rynny 1 przenośnika w pionowej płaszczyźnie x, y, poprowadzonej przez oś wzdłużną rynny 1 w taki sposób, iż rozfazowuje się układ wibratorów 5 aby ich kąt fazowy $\Delta\varphi = |\varphi_1 - \varphi_2|$ był różny od zera, tj. dla $\varphi_1 \neq \varphi_2$ i wywoływana przez te wibratory 5 wypadkowa siła S wymuszająca drgania nie przechodziła przez środek ciężkości C rynny 1 i układu jej zawieszenia, lecz przez punkt D, znajdujący się poza obrysem rynny 1. Drgania kątowe powodują zróżnicowanie amplitud i kierunków drgań rynny 1 wzdłuż jej długości, co powoduje zróżnicowanie prędkości transportowania nadawy 3 włącznie z pełnym zatrzymaniem transportu jak również z jej wstecznym transportem.

Dużą zaletą takiego sposobu sterowania jest to, że przenośnik może zmienić prędkość i kierunek transportowania bez wyłączania napędu, a co za tym idzie – bardzo szybko i bez konieczności przejścia przez strefy rezonansowe.

Zastrzeżenia patentowe

1. Rewersyjny przenośnik wibracyjny, zawierający rynnę otwartą co najmniej na jednym końcu, sprężysto podpartą na sztywnej podstawie, w zasadniczo poziomym położeniu oraz napęd wibracyjny w postaci pary przeciwbieżnych wibratorów podwieszonych do rynny przenośnika pod takim kątem, że w trybie pracy w stanie ustalonym ich siła wypadkowa przechodzi przez środek ciężkości rynny i układu jej zawieszenia, leżący na pionowej płaszczyźnie poprowadzonej przez oś wzdłużną rynny, a osie obrotu wibratorów są do tej płaszczyzny prostopadłe, przy czym wibratory połączone są za pośrednictwem znanych środków przeniesienia napędu z silnikami elektrycznymi wyposażonymi w regulatory prędkości obrotowej, które stanowią falowniki, **znamienny tym**, że wibratory (5) podwieszono do rynny (1) za pomocą wspornika (6), tak, że odległość pomiędzy środkiem ciężkości (C) rynny (1) przenośnika i układu jej zawieszenia a punktem (A) leżącym na środku odcinka, łączącego osie wibratorów (5) jest większa lub równa długości (b) rynny (1), zaś odległość (r) pomiędzy sprężystymi podporami (2) stanowiącymi układ zawieszenia a środkiem ciężkości (C) jest mniejsza lub równa 0,3 długości (b) rynny (1), a ponadto falowniki (4) posiadają możliwość kontrolowanego sterowania kątem fazowym ustawienia wibratorów (5).
2. Rewersyjny przenośnik wibracyjny, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że kąt (β) podwieszenia wibratorów (5) do rynny przenośnika wynosi 30° względem pokładu rynny (1).
3. Rewersyjny przenośnik wibracyjny, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że odległość pomiędzy osiami obrotu wibratorów (5) jest najmniejsza możliwa konstrukcyjnie.
4. Sposób sterowania pracą rewersyjnego przenośnika wibracyjnego, polegający na tym, że w trybie pracy w stanie ustalonym reguluje się prędkość transportu nadawy poprzez zmianę częstości wymuszenia drgań rynny za pomocą zmiany prędkości obrotowej wibratorów przy zachowanym kącie fazowym ustawienia wibratorów równym zero, **znamienny tym**, że w celu zmiany kierunku transportu nadawy (3), wywołuje się drgania kątowe (α) rynny (1) przenośnika w pionowej płaszczyźnie (x, y) poprowadzonej przez oś wzdłużną rynny (1) w taki sposób, iż rozfazowuje się układ wibratorów (5) tak, aby ich kąt fazowy był różny od zera i wywoływana przez te wibratory (5) wypadkowa siła wymuszająca (S) nie przechodziła przez środek ciężkości (C) rynny (1) i układu jej zawieszenia.
5. Sposób według zastrz. 3, **znamienny tym**, że celu zmiany kierunku transportu nadawy, kąt fazowy dobiera się tak, aby wypadkowa siła wymuszająca (S) przechodziła przez punkt (D) znajdujący się poza obrysem rynny (1).

Rysunek

