

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **239104**
(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **425951**

(22) Data zgłoszenia: **15.06.2018**

(51) Int.Cl.
B06B 1/16 (2006.01)
B65G 27/20 (2006.01)
B65G 27/32 (2006.01)

(54) **Przenośnik wibracyjny, zwłaszcza o znacznej długości**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
16.12.2019 BUP 26/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
08.11.2021 WUP 32/21

(73) Uprawniony z patentu:
**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,
Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:
**PIOTR CZUBAK, Kraków, PL
WITOLD SURÓWKA, Górna Wieś, PL**

PL 239104 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest przenośnik wibracyjny, zwłaszcza o znacznej długości, umożliwiający szybkie zatrzymanie transportu nadawy lub jej dozowanie, mający zastosowanie w przemyśle wydobywczym, przemyśle przetwórczym, przemyśle szklarskim, przemyśle spożywczym, przemyśle tytoniowym itp. do transportu materiałów sypkich lub drobnych elementów.

Z amerykańskiego opisu patentowego nr US989958A znane urządzenie eliminujące dynamiczne drgania w stanie ustalonej pracy maszyny za pomocą zestrojonego układu masy i sprężyny tzw. eliminator Frahma. Eliminator może być przymocowany np. do maszyny wirującej i dostosowany do jej oscylacji w taki sposób, aby dokładnie przeciwdziałać sile wynikającej z niewyważenia obrotowego. Zmniejsza to prawdopodobieństwo wystąpienia stanu rezonansowego, który może spowodować katastrofalne uszkodzenie maszyny.

Znane są przenośniki wibracyjne, wyposażone w podwieszone do rynny dwa lub więcej wibratory, których silniki elektryczne napędzają wały z zamocowaną na nich niewyważoną masą, wymuszającą drgania ukierunkowane pod kątem do pionowej płaszczyzny prowadzonej przez oś wzdłużną rynny. Takie rozwiązania zostały ujawnione na przykład w amerykańskich opisach patentowych US5615763A lub US6598734B1. Rynna otwarta na obu końcach jest sprężyste podparta na sztywnej podstawie w zasadniczo poziomym położeniu. W zależności od żądanej prędkości transportowania układ sterujący odpowiednio rozfazowuje wibratory inercyjne zmieniając wartość siły wymuszającej a co za tym idzie amplitudę i kierunek drgań rynny powodując zmianę prędkości transportu nadawy.

Znane są również, przykładowo z opisu patentowego US5979640A przenośniki, w których rozfazowanie wibratorów następuje za pomocą różnego rodzaju połączeń mechanicznych czy sprzęgieł. Takie rozwiązanie daje również zmienną amplitudę drgań rynny zmieniając prędkość transportu.

Z amerykańskiego opisu patentowego US3064357A znany jest przenośnik posiadający układ sterowania, który za pomocą układu czujników, analizuje grubość warstwy nadawy i prędkość transportowania. Na tej podstawie obliczana jest ilość materiału, która została przetransportowana i możliwe jest wyłączenie przenośnika w odpowiednim momencie. Po wyłączeniu przenośnika wibracyjnego transport dalej zachodzi przez jakiś czas, na skutek drgań maszyny przy wybiegu. Podobny efekt zachodzi również w rozwiązaniach ujawnionych w amerykańskich opisach patentowych US3053379A lub US4771894A, w których rynna zawieszona na układzie sprężyn wzbudzana jest do drgań za pomocą przeciwbieżnie wirujących samosynchronizujących się wibratorów. Siła wypadkowa pochodząca od układu wibratorów przechodzi przez środek masy układu rynny powodując jej prostoliniowe drgania i jest przekazywana na nadawę powodując jej transport.

Celem wynalazku jest opracowanie mechanicznego przenośnika wibracyjnego, dającego możliwość szybkiego zatrzymania transportu oraz regulacji, porównywalnego z droższymi przenośnikami, w których drgania wzbudzane są za pomocą wzbudnika elektromagnetycznego, a także nie zawierającego zużywających się szybko elementów mechanicznych, sprzęgających wibratory bezwładnościowe. Dzięki szybkiemu zatrzymaniu transportu, również unika się konieczności instalowania systemów mechanicznych ograniczających lub zamykających podawanie materiału na rynnę albo jego spływ z rynny. W przenośnikach wibracyjnych, w których transportowany jest materiał sypki wszelkie systemy zamykania rynny oparte na układzie mechanicznym, w którym części tego układu ślizgają się wzajemnie nie sprawdza się ze względu na trudność uchronienia urządzenia przed dostaniem się do niego cząstek transportowanego materiału, co wynika również z samego charakteru metody transportowania.

Istota przenośnika wibracyjnego, zwłaszcza o znacznej długości, polega na tym, że do konstrukcji rynny, za pomocą równomiernie rozłożonych listew resorujących eliminatora, nachylonych względem poziomu pod takim samym kątem, jak kąt nachylenia listew resorujących rynny, zamocowana jest masa eliminatora. Napęd wibracyjny stanowią dwa przeciwbieżne elektrowibratory, podwieszone do rynny pod kątem prostym do listew resorujących oraz listew resorujących eliminatora za pomocą resorowego zawieszenia stanowiącego element przeniesienia drgań na rynnę. Osie obrotu elektrowibratorów są prostopadłe do pionowej płaszczyzny prowadzonej przez oś wzdłużną rynny, a ponadto elektrowibratory połączone są za pośrednictwem znanych środków przeniesienia napędu z silnikami elektrycznymi wyposażonymi w regulatory prędkości obrotowej.

Korzystnym jest, gdy regulatory prędkości obrotowej stanowią falowniki. Również korzystnym jest, gdy w stanie spoczynku przenośnika, środek ciężkości rynny i środek ciężkości masy eliminatora pokrywają się w punkcie, przez który przechodzi siła wypadkowa wywołwana przez elektrowibratory.

Dzięki zastosowaniu przenośnika według wynalazku, zatrzymanie drgań rynny a co za tym idzie zatrzymanie transportu nadawy może być osiągnięte w krótkim czasie, a wygaszenie drgań rynny niemal całkowite. Transport nadawy jest zatrzymany nawet przy małych drganiach rynny jeszcze przed ich całkowitym wygaszeniem gdy współczynnik podrzutu będzie wyraźnie mniejszy od jedności. Przenośnik zapewnia również możliwość szybkiego wznowienia transportu dowolnie dużych przenośników przy zastosowaniu stosunkowo małego silnika napędowego. Pomimo swojej znacznej długości, dochodzącej nawet do 30 metrów, przenośnik nadaje się do precyzyjnego dozowania nadawy zwłaszcza w trybie częstego zatrzymania transportu bez wyłączania napędu, a także umożliwia regulację prędkości transportu.

Przenośnik według wynalazku został uwidoczniony za pomocą schematycznego rysunku, gdzie fig. 1 przedstawia uproszczony rysunek przenośnika, na kolejnych figurach przedstawiono charakterystyki amplitudowe pracy eliminatora $A_{el}(\omega)$ – fig. 2 i fig. 4 oraz odpowiadające im charakterystyki amplitudowe pracy rynny $A_r(\omega)$ – fig. 3 i fig. 5.

Przenośnik wibracyjny zwłaszcza o znacznej długości w przykładzie wykonania (fig. 1) posiada otwartą na obu końcach rynnę 1 o długości 20 metrów, podpartą sprężysto na sztywnej podstawie w poziomym położeniu za pomocą układu równomiernie rozłożonych listew resorujących 2, nachylonych pod kątem β do poziomu.

Do konstrukcji rynny 1 przymocowana jest masa eliminatora 3 o wartości m_e za pomocą listew resorujących eliminatora 4 o sumarycznym współczynniku sprężystości na kierunku roboczym równym k_e , równomiernie rozłożonych na całej długości masy eliminatora 3 i nachylonych pod takim samym kątem β , jak układ listew resorujących 2. Środek ciężkości rynny 1 i środek ciężkości masy eliminatora 3 pokrywają się. Ponadto, konstrukcja rynny 1 wyposażona jest w układ dwóch przeciwbieżnych bezwładnościowych elektrowibratorów 5 podwieszonych do rynny 1 pod kątem prostym do listew resorujących 2 i listew resorujących eliminatora 4. Elektrowibratory 5 zamocowane są do rynny 1 poprzez resorowe zawieszenie 6 w postaci sprężystych płaskowników tak, że ich wypadkowa siła działania przechodzi przez środek masy rynny 1 i masy eliminatora 3. Osie obrotu elektrowibratorów 5 są prostopadłe do pionowej płaszczyzny prowadzonej przez oś wzdłużną rynny 1 i połączone są za pośrednictwem wałów obrotowych z silnikami elektrycznymi wyposażonymi w regulatory prędkości obrotowej 8 w postaci falowników.

Przenośnik wibracyjny według wynalazku można opisać pełniej poprzez omówienie przykładowego sposobu jego działania.

Dzięki zastosowaniu resorowego zawieszenia 6 umożliwiona jest samosynchronizacja elektrowibratorów. W stanie ustalonym elektrowibratory 5 są zsynchronizowane i obracają się przeciwbieżnie dając siłę wypadkową prostoliniową przechodzącą przez środek masy rynny 1 jak również przez środek masy eliminatora 3. Za pomocą regulatorów prędkości obrotowej 8 w postaci falowników, reguluje się prędkością obrotową elektrowibratorów 5, a tym samym częstotliwość ω siły wymuszającej. Jeśli częstotliwość ω siły wymuszającej jest częstotliwością roboczą, co odpowiada punktowi A na wykresach (fig. 2–5) – przenośnik transportuje nadawę 7 z typową dla danej klasy maszyn prędkością. W celu zatrzymania rynny 1, za pomocą falowników zmienia się prędkość obrotową elektrowibratorów 5 w taki sposób, aby częstotliwość ω siły wymuszającej równała się częstotliwości własnej ω_e układu masy eliminatora 3 na swoim zawieszeniu w postaci listew resorujących eliminatora 4, co odpowiada punktowi B na wykresach (fig. 2–5).

Częstotliwość własna ω_e spełnia zależność podaną wzorem:

$$\omega_e = \sqrt{k_e / m_e}$$

gdzie:

- k_e – sumaryczny współczynnik sprężystości listew resorujących eliminatora 4 na kierunku działania wypadkowej siły elektrowibratorów 5,
- m_e – masa eliminatora 3.

Masa eliminatora 3 przy tej częstotliwości wymuszenia działała jako eliminator dynamiczny masy rynny 1. Drgania masy eliminatora 3 ustalają się w ten sposób, że wypadkowa siła w listwach resorujących eliminatora 4 równoważy – w przypadku braku tłumienia w układzie – wypadkową siłę wymuszającą elektrowibratorów 5 równą $P_0 \sin \omega t$ wygaszając drgania masy głównej, czyli masy rynny 1. Układ eliminatora Frahma działa w kotlinie antyrezonansowej (fig. 2, fig. 4) otoczonej z dwóch stron

obszarami rezonansowymi, przy czym szerokość tej kotliny zależy od stosunku masy eliminatora 3 do masy rynny 1.

Wznowienie transportu następuje gdy częstość siły wymuszającej ω elektrowibratorów 5 obniży się do częstości pracy przenośnika w stanie ustalonym. Wtedy drgania masy eliminatora 3 nie będą znacząco wpływać na drgania masy rynny 1 i transport będzie się odbywał z prędkością typową dla danej klasy maszyn. Przenośnik posiada unikalną możliwość zatrzymania spływu nadawy 7 bez konieczności wyłączenia napędu jak również bez konieczności przejścia układu przez kolejne strefy rezonansowe. Może on być wykorzystany w ciągu technologicznym wymagającym częstych zatrzymań pracy przenośnika. Jak również może być wykorzystany jako bardzo dokładny dozownik materiału mimo swoich dużych gabarytów przekraczających nawet kilkanaście metrów. Ustawiając częstość siły wymuszającej ω elektrowibratorów 5 w dowolnym miejscu kotliny antyrezonansowej można sterować prędkością roboczą przenośnika.

Zastrzeżenia patentowe

1. Przenośnik wibracyjny, zwłaszcza o znacznej długości, zawierający napęd wibracyjny oraz otwartą co najmniej na jednym końcu rynnę w zasadniczo poziomym położeniu, sprężystość podpartą na sztywnej podstawie za pomocą układu równoległych listew resorujących, nachylonych pod jednakowym kątem do poziomu i rozmieszczonych równomiernie na całej długości rynny, **znamienny tym**, że do konstrukcji rynny (1), za pomocą równomiernie rozłożonych listew resorujących eliminatora (4), nachylonych względem poziomu pod takim samym kątem (β), jak kąt nachylenia listew resorujących (2) rynny (1) zamocowana jest masa eliminatora (3), zaś napęd wibracyjny stanowią dwa przeciwbieżne elektrowibratory (5), podwieszone do rynny (1) pod kątem prostym do listew resorujących (2) oraz listew resorujących eliminatora (4) za pomocą resorowego zawieszenia (6) stanowiącego element przeniesienia drgań na rynnę (1) przy czym osie obrotu elektrowibratorów (5) są prostopadłe do pionowej płaszczyzny poprowadzonej przez oś wzdłużną rynny (1), a ponadto elektrowibratory (5) połączone są za pośrednictwem znanych środków przeniesienia napędu z silnikami elektrycznymi wyposażonymi w regulatory prędkości obrotowej (8).
2. Przenośnik wibracyjny według zastrz. 1, **znamienny tym**, że regulatory prędkości obrotowej (8) stanowią falowniki.
3. Przenośnik wibracyjny według zastrz. 1, **znamienny tym**, że środek ciężkości rynny (1) i środek ciężkości masy eliminatora (3) pokrywają się w punkcie, przez który przechodzi siła wypadkowa wywoływana przez elektrowibratory (5).

Rysunki

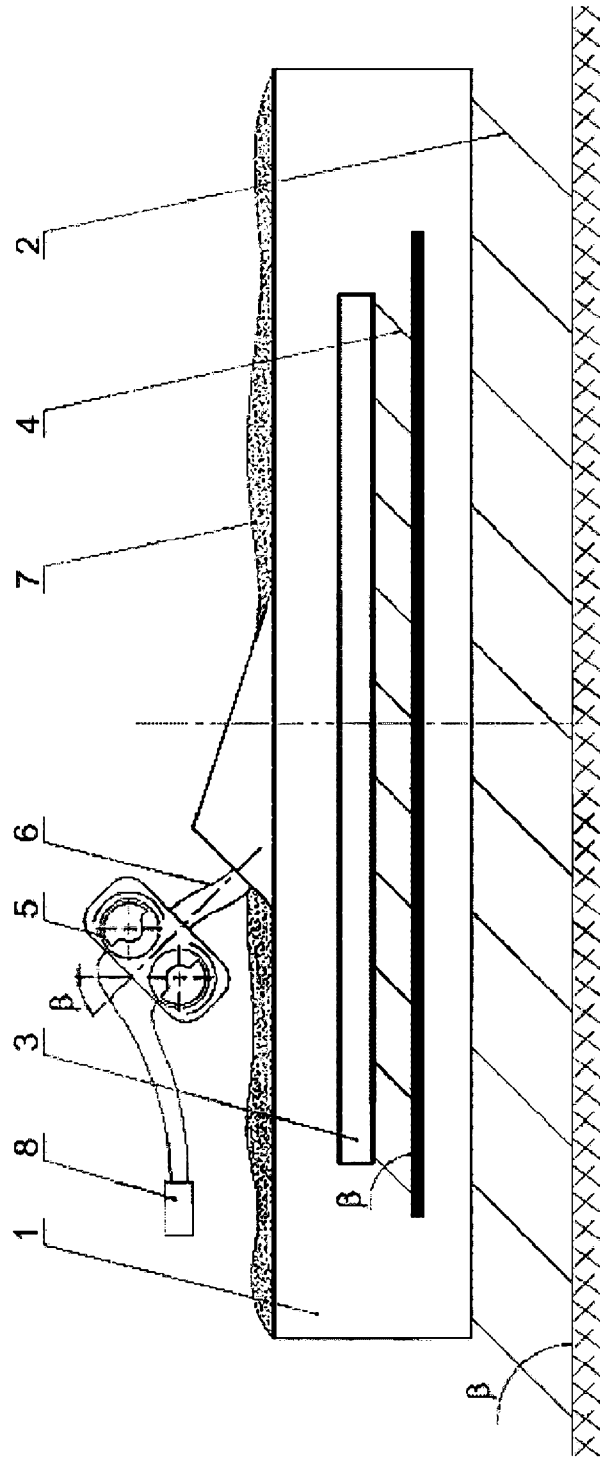


Fig. 1

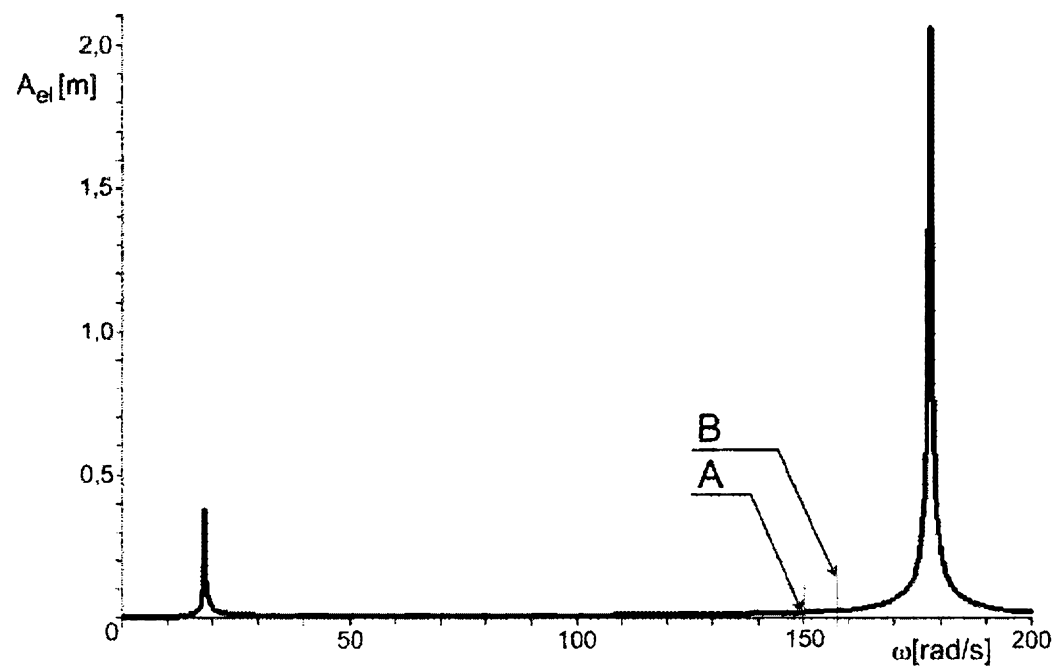


Fig. 2

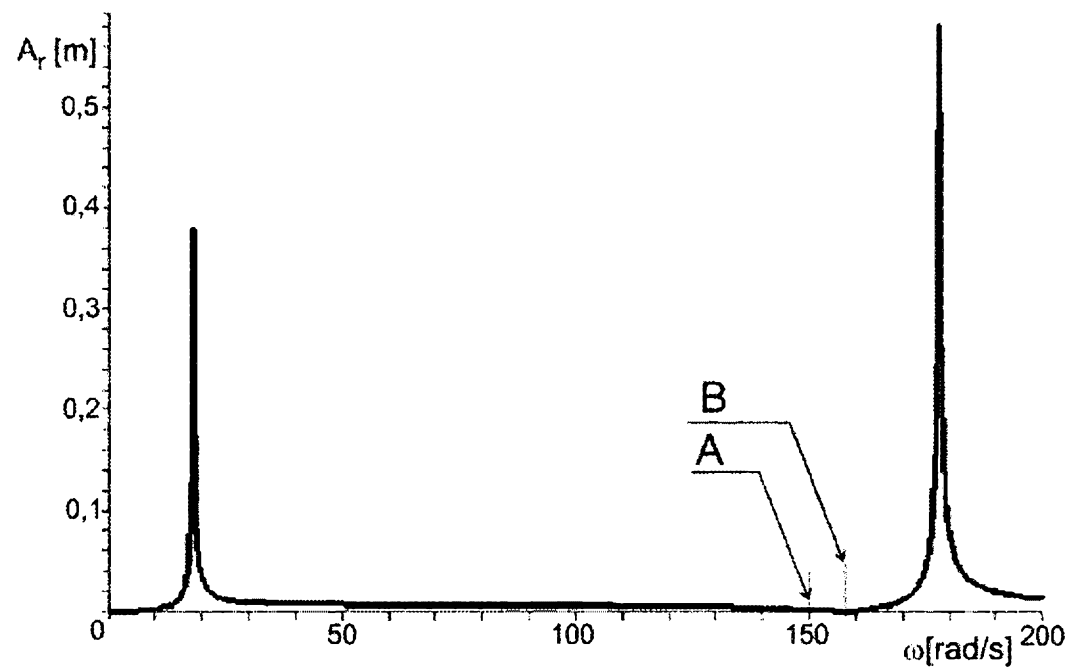


Fig. 3

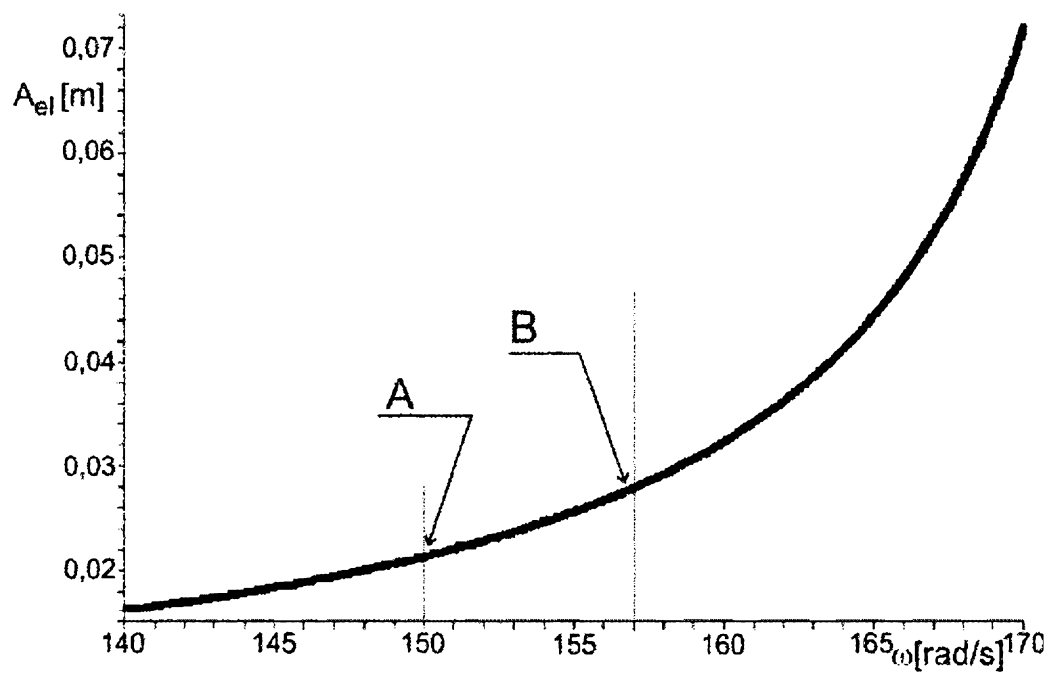


Fig. 4

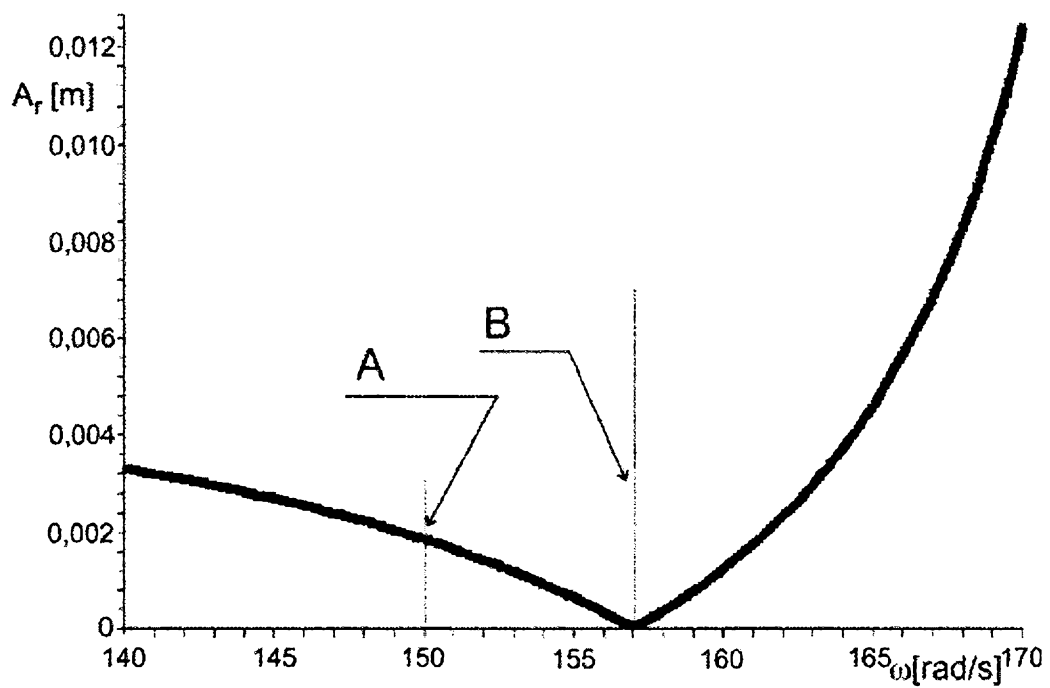


Fig. 5