



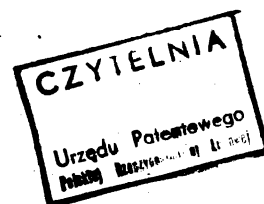
Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 17.05.75 (P. 180470)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 04.12.76

Opis patentowy opublikowano: 15.03.1979



Int. Cl.² B01F 11/02

Twórca wynalazku _____

Uprawniony z patentu: Vladimir Matveevich Varlamov, Zlatoust Chelyabinskoi oblasti; Anatoly Ivanovich Sopin, Zlatoust Chelyabinskoi oblasti; Vasily Fedorovich Judaev, Moskwa; Jury Petrovich Romanov, Zlatoust Chelyabinskoi oblasti; Dmitry Timofeevich Kokarev, Moskwa; Alexander Zakharovich Metelyagin, Zlatoust Chelyabinskoi oblasti; Vladislav Arkadievich Shestakov, Zlatoust Chelyabinskoi oblasti; Vladimir Ivanovich Fomin, Zlatoust Chelyabinskoi oblasti; Vladimir Alexeevich Filin, Zlatoust Chelyabinskoi oblasti; (Związek Socjalistycznych Republik Radzieckich)

Urządzenie do wzbudzania drgań akustycznych w płynącej cieczy

1

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do wzbudzania drgań akustycznych w płynącej cieczy przeznaczone zwłaszcza do dyspergowania, emulgowania i koagulowania emulsji, roztworów, zawiesin i cieczy jednorodnych.

Znane są dla tych celów urządzenia różnych typów wzbudzające drgania dźwiękowe lub ultradźwiękowe w środowiskach ciekłych, między innymi i takie, które jako podstawowe elementy wywołujące zjawiska falowe mają obrotowy wirnik i nieruchomy stojan, wyposażone w kanały lub przewody rurowe. W urządzeniach tego rodzaju istnieje stała tendencja aby z szumów generowanych przez zachodzące w nich procesy kawitacji wydzielić podstawową częstotliwość drgań i podwyższyć współczynnik ich sprawności. Zastosowanie takich urządzeń jest jednak ograniczone przez to, że częstotliwość wywoływanych przez nie drgań jest mała, leży w obszarze niskich częstotliwości. Znane jest urządzenie do wzbudzania drgań akustycznych w płynącej cieczy zawierające w komorze roboczej stojan w kształcie wydrążonego cylindra, na którego powierzchni bocznej znajduje się szereg otworów, oraz połączony z napędem wirnik, współosiowy ze stojanem, mający na powie-

2

rzchni bocznej szereg otworów w liczbie stanowiącej całkowitą krotność liczby otworów w stojanie, przy których okresowej współliniowości z otworami stojana substancja ciekła wchodząca do wnętrza wirnika wydostaje się do komory roboczej. W urządzeniu tym wał wirnika jest połączony z napędem.

Komora robocza i stojan są wykonane w postaci jednolitej części i zamknięte pokrywają z otworami wlotowym i wylotowym tak, że komora robocza stanowi zamknięte pomieszczenie połączone z wnętrzem wirnika poprzez otwory stojana, wirnika i szczelinę pomiędzy nimi. Substancję ciekłą wprowadza się do wnętrza wirnika i przetłacza przez otwory wirnika, szczelinę między wirnikiem i stojanem i otwory stojana, do komory roboczej zaopatrzonej w otwór wylotowy.

Otwory w wirniku i stojanie mają kształt przecięć, tak, że odcinki pomiędzy otworami stanowią trzpienie połączone jednym końcem z korpusem wirnika lub stojana. Wirnik i stojan mają po jednej lub więcej ścianek i są ustawione współosiowo wobec siebie tak, iż otwarte podstawy stojana i wirnika znajdują się na przeciw siebie.

Generowanie drgań akustycznych w opisanym

urządzeniu powstaje przy obrocie wirnika wraz ze znajdującą się w jego wydrążeniu lub wydrążeniach przepływającą cieczą wtedy, gdy większa liczba otworów wirnika i stojana okresowo pokrywa się i nie pokrywa się, a strumień cieczy w otworach ulega przerywaniu podczas gdy jej przepływ w wirniku i stojanie ma charakter ciągły. Przy takim przepływie środowiska ciekłego w urządzeniu powstają drgania akustyczne i kawitacja hydrodynamiczna o szerokim pasmie częstotliwości akustycznych, przy czym drgania te przechodzą do komory roboczej i wydrążenia wirnika w postaci fal ciśnienia akustycznego. Taka konstrukcja urządzenia do wzbudzania drgań akustycznych w płynnej cieczy jest jednak nieprzydatna dla prowadzenia procesów fizykochemicznych homogenizacji, dyspergowania i emulgowania. Cecha ta wynika z tego, że drgania mają złożone widmo częstotliwości, charakterystyczne dla kawitacji hydrodynamicznej w środowisku ciekłym.

Do realizacji określonego procesu fizykochemicznego niezbędne są silne drgania akustyczne z wydzieloną częstotliwością podstawową, odpowiadającą optymalnemu wariantowi prowadzenia procesu. Drgania są niezbędne nie tylko w otworach wirnika i stojana, lecz w większym stopniu w wydrążeniu lub wydrążeniach wirnika i komorze roboczej, gdzie znajduje się główna masa „udźwiękowanego” środowiska. Prócz tego samo zjawisko kawitacji w środowisku ciekłym na granicy fazy ciekłej i stałej wywołuje erozję metalowych części urządzenia, obniżając tym samym jego trwałość.

Celem wynalazku jest usunięcie tych wad i opracowanie urządzenia do wzbudzania drgań akustycznych w płynącej cieczy, zapewniającego uzyskanie drgań dźwiękowych lub ultradźwiękowych o zadanej częstotliwości i maksymalnej amplitudzie w porównaniu z amplitudami drgań harmonicznych.

Zadanie to rozwiązano w ten sposób, że w urządzeniu do wzbudzania drgań akustycznych w płynącej cieczy, zawierającym umieszczony w komorze roboczej stojan o kształcie wydrążonego cylindra, na którego bocznej powierzchni znajduje się rząd otworów i wirnik połączony z napędem umieszczonym współosiowo ze stojanem, na którego powierzchni bocznej znajduje się rząd otworów, których liczba stanowi całkowitą krotność liczby otworów w stojanie i przy których okresowym pokrywaniu się z otworami stojana ciecz podawana do przestrzeni wewnętrznej wirnika przedostaje się do komory roboczej, wirnik wykonany jest w postaci zamkniętego cylindra, w jednej z podstaw którego znajduje się otwór do przepływu cieczy do przestrzeni wewnętrznej wirnika, która jest zamknięta a szerokość otworów znajdujących się na bocznej powierzchni wirnika i stojana w przekroju poprzecznym dobiera się według zależności:

$$a \leq \frac{2R^2 \cdot \omega}{C}$$

gdzie:

- ω — prędkość kątowna wirnika
- R — zewnętrzny promień wirnika
- C — szybkość rozchodzenia się dźwięku w środowisku ciekłym.

Korzystnie w stojanie i wirniku znajduje się co najmniej jeden dodatkowy rząd otworów, przy czym w wirniku otwory rzędów podstawowego i dodatkowego są rozmieszczone współosiowo, a stojanie rzędów podstawowego i dodatkowego są rozmieszczone z przesunięciem wobec siebie, co zapewnia zwiększenie częstotliwości drgań akustycznych przy zachowaniu zadanej amplitudy tych drgań.

Korzystne jest również w stojanie przesunięcie otworów rzędu dodatkowego o wielkość L określoną z zależności.

$$L = \frac{a + b_c}{n}$$

w której a — szerokość rzędu podstawowego w przekroju poprzecznym,

b_c — odstęp między otworami rzędu podstawowego na łuku

n — liczba rzędów otworów

Korzystnie w stojanie otwory rzędów podstawowego i dodatkowego są wykonane w postaci grup rozmieszczonych nierównomiernie na jego obwodzie, przy czym pierwsza grupa obwodów rzędu dodatkowego jest przesunięta względem pierwszej grupy otworów rzędu podstawowego, a druga grupa otworów rzędu podstawowego jest przesunięta odnośnie pierwszej grupy otworów rzędu dodatkowego o kąt η którego wielkość określa się na podstawie zależności:

$$\eta = 2\pi \left(\frac{I}{Z_c \cdot n} + \frac{I}{Z_p \cdot k} \right)$$

gdzie: Z_p — liczba otworów rzędu podstawowego w wirniku,

Z_c — liczba otworów rzędu podstawowego w stojanie,

$k = \beta \cdot n$ — liczba impulsów ciśnienia przy obrocie wirnika o kąt

$$= \frac{2\pi}{Z_p}$$

n — liczba rzędów otworów w stojanie lub wirniku,

$\beta = \frac{Z_c}{q}$ — liczba grup otworów w podstawowym rzędzie stojana,

$$\text{przy } q \leq \frac{Z_c}{2}$$

Korzystne jest, aby we wnętrzu wirnika znajdował się co najmniej jeden pierścieniowy występ umieszczony między podstawowym i dodatkowym rzędem otworów. Urządzenie według wynalazku zapewnia uzyskanie stabilnych akustycznych drgań o maksymalnej amplitudzie i zadanej częstotliwości w pasmie drgań dźwiękowych i ponaddźwiękowych.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia przekrój wzdłużny urządzenia według wynalazku, fig. 2 — przekrój wzdłuż linii II-II na fig. 1, fig. 3 — odcinek wirnika urządzenia według fig. 1 w rozwinięciu, fig. 4 — odcinek stojana innej wersji urządzenia według wynalazku w rozwinięciu, fig. 5 — odcinek stojana kolejnej

wersji wykonania urządzenia według wynalazku w rozwinięciu, fig. 6 — odcinek stojana z jedno-rzędowym usytuowaniem otworów wersji urządzenia według fig. 5 w rozwinięciu, fig. 7 — wzdłużny przekrój kolejnej wersji urządzenia według wynalazku, fig. 8 — wzdłużny przekrój kolejnej wersji urządzenia według wynalazku, fig. 9 — przekrój urządzenia wzdłuż linii IX—IX na fig. 8, fig. 10 — podłużny przekrój kolejnej wersji urządzenia według wynalazku, fig. 11 — krzywą promieniowego rozkładu sił odśrodkowych powstających we wnętrzu wirnika urządzenia według wynalazku.

Urządzenie według wynalazku ma korpus 1 połączony z pośrednim stojakiem 2 umocowanym na stojaku podstawowym 3 z zamocowanym na nim napędem 4. W korpusie 1 na łożyskach 5 jest osadzony obrotowo wirnik 6 o kształcie wydrążonego cylindra z nałożoną nań tarczą 7 dla ochrony łożysk 5 od środowiska ciekłego. Wał 8 wirnika 6 jest zabezpieczony przeciw przesuwaniu się wzdłuż osi łożysk 5 za pomocą nakrętki 9. Dolna część korpusu 1 jest zakryta pokrywą 10, przez której otwór przechodzi wał 8 wirnika 6 połączony z wałem 11 napędu 4 za pomocą sprzęgła 12. Stojan 13 jest usytuowany współosiowo z wirnikiem 6 i ma kształt pustego cylindra. Między stojanem 13, wirnikiem 6 znajduje się kołnierz 14 połączony sztywno ze stojanem 13, który ze swej strony jest połączony sztywno z korpusem 1 i pokrywami 15 i 16 tworzącymi komorę roboczą 17 i wyposażonymi w otwory 18 do odpływu cieczy, którą w opisanym przykładzie wykonania stanowi woda.

Połączenie pomiędzy pokrywami 15 i 16 jest uszczelnione pierścieniem 19, a wewnętrzna powierzchnia 20 pokrywy 16 stanowi powierzchnię odbijającą fale akustyczne. Z powierzchnią pokrywy wirnika 6 styka się stała płytka uszczelniająca 21 przyciskana do wirnika 6 sprężynami 22 i zaopatrzona w opory 23 zapobiegające jej obrotowi, przy czym sprężyny 22 i opory 23 są umieszczone w pierścieniu 24 osadzonym nieruchomo w korpusie 1.

Szczelność połączenia płytki 21 z pierścieniem 24 zapewnia pierścień uszczelniający 25, umożliwiający swobodny pionowy przesuw płytki 21. W korpusie 1 znajduje się pierścieniowa przestrzeń 26 połączona z kanałem atmosferycznym 27.

Stojan 13 ma postać pustego cylindra, na której powierzchni bocznej znajduje się rząd otworów 28 mający kształt szczelin. Wirnik 6 również ma kształt pustego cylindra z zakrytymi podstawami tworzącymi zamkniętą przestrzeń 29, przy czym u góry tej przestrzeni znajduje się otwór połączony kanałem 30 w kołnierzu 14 przeznaczonym dla dopływu wody do przestrzeni 29.

Na bocznej powierzchni wirnika 6 znajduje się rząd otworów 31 również o kształcie szczelin. Liczba otworów 31 w wirniku 6 jest równa całkowitej krotności otworów 28 w stojanie 13, a szerokość a otworów 28 i 31 w przekroju poprzecznym dobiera się według zależności:

$$a \leq \frac{2 \cdot R^2 \omega}{C}$$

gdzie ω — prędkość kątowna wirnika 6,
 R — promień zewnętrzny wirnika 6,
 C — prędkość rozchodzenia się dźwięku w bieżącym środowisku ciekłym.

5 Zależność ta wynika z warunku otrzymania bezpośredniego uderzenia hydraulicznego w przestrzeni 29 wirnika 6 i w komorze roboczej 17, gdy czas t pokrywania otworów 28 stojana 13 odcinkami między otworami 31 wirnika 6 jest mniejszy lub

10 równy czasowi $\frac{2(R_0 - R)}{C}$ podwójnego przebiegu

czoła fali ciśnienia od otworu 28 do powierzchni 20 i z powrotem, tj.

$$15 \quad t \leq \frac{2(R_0 - R)}{C}$$

gdzie: R_0 — promień powierzchni 20

Zewnętrzna powierzchnia wirnika 6 i wewnętrzna powierzchnia stojana 13 są wykonane z nachyleniem do osi obrotu. Jest to uwarunkowane koniecznością istnienia między tymi powierzchniami szczeliny, zapewniającej spełnienie wymagań pracy urządzenia. Wielkość tej szczeliny zmienia się w zależności od przesunięcia stojana 13 razem z kołnierzem 14 i pokrywami 15 i 16 wzdłuż osi poprzez zmianę grubości pierścienia 32, znajdującego się między stojanem 13 i korpusem 1, proporcjonalnej do wielkości szczeliny.

Drugi przykład wykonania urządzenia według wynalazku (fig. 3) różni się od opisanego wyżej tym, że w wirniku 6 ma dodatkowy rząd otworów 33, przy czym otwory 31 rzędu podstawowego i otwory 33 rzędu dodatkowego są rozmieszczone współosiowo wobec siebie. W stojanie 13 znajduje się również dodatkowy rząd otworów 34 (fig. 4), przy czym otwory 28 i 34 są rozmieszczone tak, że zapewniają zwiększenie podstawowej częstotliwości drgań akustycznych przy zachowaniu amplitudy tych drgań. Osiąga się to w ten sposób, że 40 otwory 34 rzędu dodatkowego w stojanie 13 są przesunięte wobec otworów 28 rzędu podstawowego o wielkość L spełniającą zależność:

$$L = \frac{a + b_c}{n}$$

45 gdzie: a — szerokość otworów 28 rzędu podstawowego w przekroju poprzecznym,

b_c — odstęp między otworami 28 rzędu podstawowego na łuku,

50 n — liczba rzędów otworów, w opisywanym przykładzie wykonania równa 2.

W trzecim przykładzie wykonania wynalazku różnica w stosunku do wykonania opisanego wyżej polega na tym, że otwory 28 rzędu podstawowego i otwory 34 rzędu dodatkowego w stojanie 13 są wykonane grupami rozmieszczonymi nierównomiernie na jego powierzchni bocznej. Wewnątrz każdej z grup otwory są rozmieszczone równomiernie z odległością kątową między sąsiednimi otworami 60 jednej grupy równą

$$\alpha = \frac{2\pi}{q}$$

gdzie: q — liczba otworów w jednej grupie.

Grupa α_{35} (fig. 5) otworów 35 dodatkowego rzędu otworów 34 jest przesunięta wobec grupy α_{36}

otworów 36 podstawowego rzędu otworów 28, grupa a_{37} otworów 37 podstawowego rzędu otworów 28 jest przesunięta wbec grupy a_{35} otworów 35 dodatkowego rzędu 34, przy czym kąt przesunięcia η jest określony zależnością:

$$\eta = 2\pi \left(\frac{1}{Z_c \cdot n} + \frac{1}{Z_p \cdot k} \right)$$

gdzie Z_p — liczba otworów 31 rzędu podstawowego w wirniku 6

Z_c — liczba otworów 28 rzędu podstawowego w stojanie 13

$k = \beta \cdot n$ — liczba impulsów ciśnienia przy ob-

rocie wirnika 6 o kąt $\varphi = \frac{2\pi}{Z_p}$

n — liczba rzędów otworów w stojanie 13 lub wirniku 6

$\beta = \frac{Z_c}{q}$ — liczba grup a otworów w podstawowym

rzędzie otworów 28 stojana 13

przy $q \leq \frac{Z_c}{2}$, w opisanym przy-

kładzie równa 3.

O kąt η jest przesunięta również grupa a_{38} otworów 38 dodatkowego rzędu otworów 34 w stosunku do grupy a_{37} otworów 37 podstawowego rzędu otworów 28 i grupa a_{39} otworów 39 podstawowego rzędu 28 w stosunku do grupy a_{38} . Analogicznie są przesunięte trzecia grupa a_{40} otworów 40 dodatkowego rzędu otworów 34 wobec grupy a_{39} i grupa a_{38} wobec grupy a_{40} .

Z przytoczonej wyżej zależności wynika, że przy $n = 1$ możliwe jest jednorzędowe wykonanie otworów rozmieszczonych grupami. Liczba grup w opisanym wykonaniu wynosi trzy: a_{41} , a_{42} , i a_{43} (fig. 6).

Rozmieszczenie otworów w stojanie 13 i wirniku 6 według wszystkich opisanych wykonania zapewnia możliwość uzyskania podstawowej częstotliwości f impulsów ciśnienia w komorze roboczej 17 i przestrzeni 29 wirnika 6 określonej zależnością: $f =$

$$= \frac{m \cdot Z_p \cdot k}{60}, \text{ gdzie } m \text{ — liczba obrotów wirnika 6 na minutę.}$$

Ozwarte przykładowe wykonanie urządzenia według wynalazku różni się od opisanych wyżej tym, że ma występ pierścieniowy 44 (fig. 7) w przestrzeni 29 wirnika 6 zapewniający stabilność impulsów ciśnienia, umieszczony między podstawowymi i dodatkowymi rzędami otworów 31 i 33 wirnika 6.

Piąte przykładowe wykonanie urządzenia według wynalazku różni się od opisanych wyżej tym, że w przestrzeniach 51 i 52 wirnika 6 znajdują się łopatki 53 (fig. 9) pompy odśrodkowej, co zapewnia samozasysanie i podnoszenie ciśnienia cieplego środowiska w tych przestrzeniach. Takie rozmieszczenie łopatek 53 jest korzystne również przy jednorzędowym usytuowaniu otworów w wirniku 6 (fig. 1) i stojanie 13.

Szósty przykład wykonania urządzenia według wynalazku różni się od opisanych wyżej tym, że komorę roboczą 54 (fig. 10) tworzy pokrywa 16 i cylinder 55. Wykonanie takie umożliwia podda-

wanie cieczy w komorze 54 wielokrotnemu działaniu drgań akustycznych.

Urządzenie według wynalazku działa następująco: ciecz wpływa do urządzenia kanałem 30 i pod działaniem ciśnienia wypełnia przestrzeń 29 wirnika 6. Następnie przez otwory 31 wirnika 6 napienia szczelinę między wirnikiem 6 i stojanem 13 i przez otwory 28 stojana 13 — komorą roboczą 17, z której również pod ciśnieniem wypływa przez otwory 18 w pokrywach 15 i 16. Ciśnienie w szczelinie między wirnikiem 6 i stojanem 13 zapewnia przyciśnięcie płytki uszczelniającej 21 do powierzchni podstawy wirnika 6, co powoduje jej szczelne przyleganie do niej a tym samym i szczelność przestrzeni 29 i komory roboczej 27.

Wirnik 6 obraca się pod wpływem napędu 4 z zadaną prędkością kątową. Przy tym w przestrzeni 29 wirnika 6 powstaje ciśnienie siły odśrodkowej proporcjonalne do iloczynu kwadratu prędkości kątowej i wielkości promienia R wirnika 6.

W przypadku nieznacznego upływu cieczy przez uszczelnienie między płytką 21 i wirnikiem 6, spływa ona za pośrednictwem tarczy 7 do przestrzeni pierścieniowej 26, z której przez kanał 27 wypływa z urządzenia. W wyniku tego, że przestrzeń 29 i wirnik 6 są zamknięte wzrost ciśnienia promieniowego w niej zwiększa się ku skrajnej części wirnika 6.

Dla lepszego wyjaśnienia pracy urządzenia według wynalazku na fig. 11 przedstawiono wykres rozkładu promieniowego sił odśrodkowych, na którym na osi odciętych umieszczono wielkości promienia R wirnika 6, a na osi odciętych — przyrosty ciśnienia promieniowego ΔP . W czasie obracania wirnika 6 otwory 28 stojana 13 okresowo zakrywane są odcinkami między otworami 31 wirnika 6 i odkrywane przy pokrywaniu się z obrotami 31. W ten sposób przepływ cieczy przy wypływie jej z przestrzeni 29 do komory roboczej 17 zmienia się okresowo w czasie, co stanowi konieczny warunek powstania zjawiska drgań tak w przestrzeni 29 wirnika 6 jak i roboczej komorze 17.

Prędkość obrotowa wirnika 6 jest taka, że czas przesuwania się jednego otworu 31 wirnika 6 między dwoma sąsiednimi otworami 28 stojana 13 wystarcza dla przywrócenia maksymalnego ciśnienia promieniowego ΔP . Jak wynika to z odpowiedniej zależności, szerokość otworów 28 i 31 w przekroju poprzecznym przyjmuje się zgodnie z warunkiem bezpośredniego uderzenia hydraulicznego w przestrzeń 29 wirnika 6 i komorze roboczej 17. Wychodząc z tego założenia powstanie w cieczy drgań akustycznych zachodzi w następujący sposób: w chwili pokrywania się otworów 28 stojana 13 z otworami 31 wirnika 6 w przestrzeni 29 wirnika 6 powstaje czoło fali obniżonego ciśnienia, a w komorze roboczej 17 — czoło fali podwyższonego ciśnienia.

W chwili niepokrywania się otworów 28 stojana 13 z otworami 31 wirnika 6 energia kinetyczna cieczy zamienia się na energię potencjalną przyrostu ciśnienia cieczy w przestrzeni 29 wirnika 6 i obniżenia ciśnienia cieczy w komorze roboczej 17.

Towarzyszy temu rozchodzenie się ciśnieniowych fal akustycznych. Proces ten powtarza się z częstotliwością $f = \frac{\omega Z_D}{2}$.

W następstwie tego, że powierzchnia 20 pokrywy 16 znajduje się w odległości od cylindrycznej powierzchni wirnika 6 stanowiącej całkowitą krotność długości półfal, odbija ona fale akustyczne w prawidłowej fazie, zgodnej z fazą nowo powstających fal i w komorze roboczej 17 powstają warunki rezonansu drgań powodujące osiągnięcie maksymalnych amplitud fal ciśnienia akustycznego. Rezonans drgań wspomaga wysyłanie impulsów ciśnienia równocześnie wszystkimi otworami 28 stojana 13. Zasada działania w pozostałych przykładach wykonania urządzenia według wynalazku jest analogiczna do opisanych wyżej.

Różnica działania urządzenia według drugiego przykładu wykonania polega na tym, że liczba impulsów ciśnienia na jeden obrót wirnika 6 wzrasta proporcjonalnie do liczby rzędów otworów w wirniku 6 i stojanie 13. Przy tym impulsy ciśnienia powstają kolejno za pomocą wszystkich otworów 28 podstawowego rzędu stojana 13, a następnie wszystkich otworów 34 rzędu dodatkowego.

Różnica działania urządzenia według trzeciego przykładu wykonania polega na tym, że liczba impulsów ciśnienia na jeden obrót wirnika 6 zwiększa się proporcjonalnie do iloczynu liczby rzędów i liczby grup otworów rozmieszczonych nierównomiernie na powierzchni bocznej stojana 13. Przy tym wysyłanie impulsów ciśnienia zachodzi również kolejno wszystkimi otworami 36 grupy a_{36} , następnie wszystkimi otworami 35 grupy a_{35} , następnie otworami 37 grupy a_{37} , otworami 38 grupy a_{38} , otworami 39 grupy a_{39} i otworami 40 grupy a_{40} . W wykonaniu jednorzędowym układu wysyłanie impulsów zachodzi kolejno wszystkimi otworami 41 grupy a_{41} , po czym wszystkimi otworami 42 grupy a_{42} i otworami 43 grupy a_{43} .

Jak opisano wyżej stabilność amplitudy impulsów ciśnienia w drugim i trzecim wykonaniu urządzenia według wynalazku zabezpiecza pierścieniowy występ 44 (fig. 7) w przestrzeni 29 wirnika 6 rozdzielający przestrzeń 29 na dwie przestrzenie 49 i 50. W każdym otworze 31 i 33 rzędów podstawowego i dodatkowego w wirniku 6 rozdzielonych pierścieniowym występem 44 w czasie przesuwania się między dwoma sąsiednimi otworami 33 (fig. 4 i 5) i 34 podstawowego i dodatkowego rzędów otworów stojana 13 przywraca się maksymalna wielkość ciśnienia promieniowego ΔP sił odśrodkowych niezależnie od zmiany ciśnienia promieniowego w drugim oddzielnym występem 44 rzędzie otworów wirnika 6.

Przedstawione na fig. 11 przyrosty ciśnienia promieniowego ΔP wzrastają od zera do wielkości maksymalnej. Zerowej wielkości ΔP odpowiada punkt N (fig. 8), a wielkości maksymalnej — zewnętrzna powierzchnia cylindryczna wirnika 6.

W urządzeniu według czwartego przykładu wykonania wynalazku, w którym powierzchnie 45, 46 i 47, 48 mają pochylenie ku zewnętrznej części wir-

nika 6, szybkość wyciekania cieczy na odcinku N—R (fig. 11) przyrostu ciśnienia promieniowego sił odśrodkowych jest stała.

Umieszczone w przestrzeniach 51 (fig. 8) i 52 wirnika 6 łopatki pompy odśrodkowej zapewniają w tych przestrzeniach statyczne ciśnienie cieczy, pod wpływem którego przechodzi ono do komory roboczej 17, a wykonanie komory roboczej 54 (fig. 10) w postaci pustego cylindra umożliwia uzyskanie ciągłego cyklu powtórnego oddziaływania fal akustycznych na ciecz. We wszystkich przykładach wykonania urządzenia w komorze roboczej 17 i 54 istnieją fale stojące drgań akustycznych w całej objętości cieczy.

Urządzenie według wynalazku istotnie różni się od znanych i stosowanych do tych celów urządzeń zasadniczo tym, że wykorzystano w nim zjawisko bezpośredniego uderzenia hydraulicznego w płynącą ciecz z uwzględnieniem przyrostów ciśnienia pod wpływem sił odśrodkowych i szybkości wpływu mechanicznego na ciecz bieżącą.

Konstrukcja urządzenia według wynalazku pozwala na uzyskiwanie w cieczy silnych drgań akustycznych o zadanej częstotliwości roboczej, wybranej z szerokiego pasma co stanowi ważny czynnik intensyfikacji różnych procesów fizykochemicznych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do wzbudzania drgań akustycznych w płynącej cieczy, mające w komorze roboczej stojan o kształcie wydrążonego cylindra, na którego bocznej powierzchni znajduje się rząd otworów i umieszczony współosiowo ze stojanem wirnik połączony z napędem, na którego powierzchni bocznej znajduje się rząd otworów, których liczba stanowi całkowitą krotność liczby otworów w stojanie i przy których okresowym pokrywaniu się z otworami stojana ciecz podawana do wydrążenia wirnika przedostaje się do komory roboczej, **znamienny tym**, że wirnik (6) wykonany jest w postaci zamkniętego cylindra w jednej z podstaw którego znajduje się otwór (30) do przepływu cieczy do wewnętrznej przestrzeni (29) wirnika (6), która jest zamknięta, a szerokość otworów (28), (31) znajdujących się na bocznej powierzchni wirnika (6) i stojana (13) w przekroju poprzecznym dobiera się według zależności:

$$a \leq \frac{2R^2 \cdot \omega}{C}$$

gdzie: ω — prędkość kątowna wirnika

R — zewnętrzny promień wirnika

C — szybkość rozchodzenia się dźwięku w środowisku ciekłym.

2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że w stojanie (13) i wirniku (6) znajduje się co najmniej jeden dodatkowy rząd otworów, przy czym w wirniku (6) otwory (31) rzędu podstawowego i otwory (33) rzędu dodatkowego są umieszczone współosiowo, a w stojanie (13) otwory (28) rzędu podstawowego i otwory (34) rzędu dodatkowego są rozmieszczone z przesunięciem wobec siebie,

11

co zapewnia zwiększenie częstotliwości drgań akustycznych przy zachowaniu zadanej amplitudy tych drgań.

3. Urządzenie według zastrz. 2, **znamiennie tym**, że w stojanie (13) przesunięcie otworu (34) rzędu dodatkowego jest przesunięte w stosunku do otworów (28) o wielkość L określoną

$$L = \frac{a + b_c}{n}$$

w której

- a — szerokość otworów rzędu podstawowego w przekroju poprzecznym,
 b_c — odstęp między otworami rzędu podstawowego na łuku
 n — liczba rzędów otworów.

4. Urządzenie według zastrz. 2, **znamiennie tym**, że w stojanie (13) otwory (28), (34) są wykonane w postaci grup (α), rozmieszczonych nierównomiernie na jego obwodzie, przy czym pierwsza grupa otworów rzędu dodatkowego jest przesunięta względem pierwszej grupy otworów rzędu podstawowego, a druga grupa otworów rzędu podstawowego jest przesunięta odnośnie pierwszej grupy otworów rzędu dodatkowego o kąt (η), którego wielkość określa się na podstawie zależności:

12

$$\eta = 2\pi \left(\frac{1}{Z_c \cdot n} + \frac{1}{Z_p \cdot k} \right)$$

gdzie:

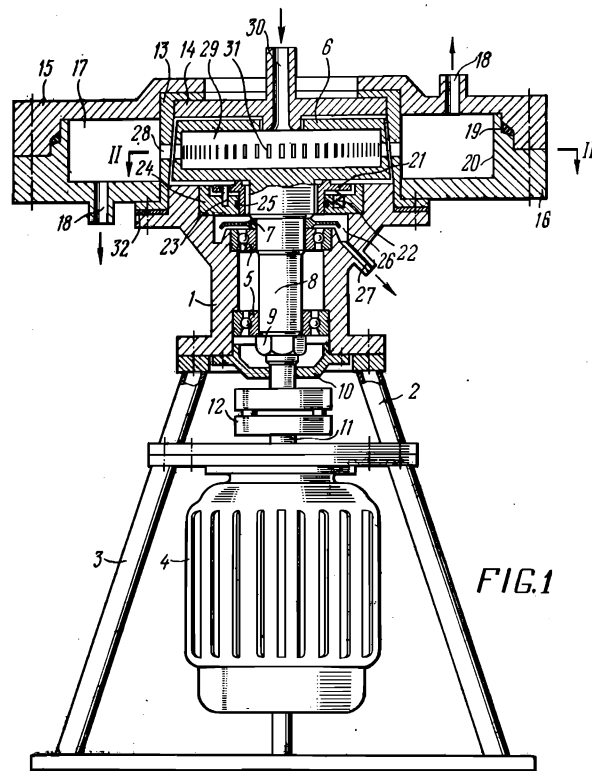
- Z_p — liczba otworów rzędu podstawowego w wirniku,
 Z_c — liczba otworów rzędu podstawowego w stojanie
 $k = \beta \cdot n$ — liczba impulsów ciśnienia przy obrocie wirnika o kąt

$$\varphi = \frac{2\pi}{Z_p}$$

- n — liczba rzędów otworów w stojanie lub wirniku.

$$\beta = \frac{Z_c}{q} \text{ — liczba grup otworów w podstawowym rzędzie stojana, przy } q = \frac{Z_c}{2}.$$

5. Urządzenie według zastrz. 2 lub 3 lub 4, **znamiennie tym**, że w przestrzeni (29) wewnętrznej wirnika (6) znajduje się co najmniej jeden pierścieniowy występ (44), umieszczony między rzędami otworów podstawowym i dodatkowym.



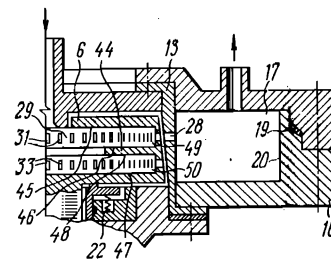
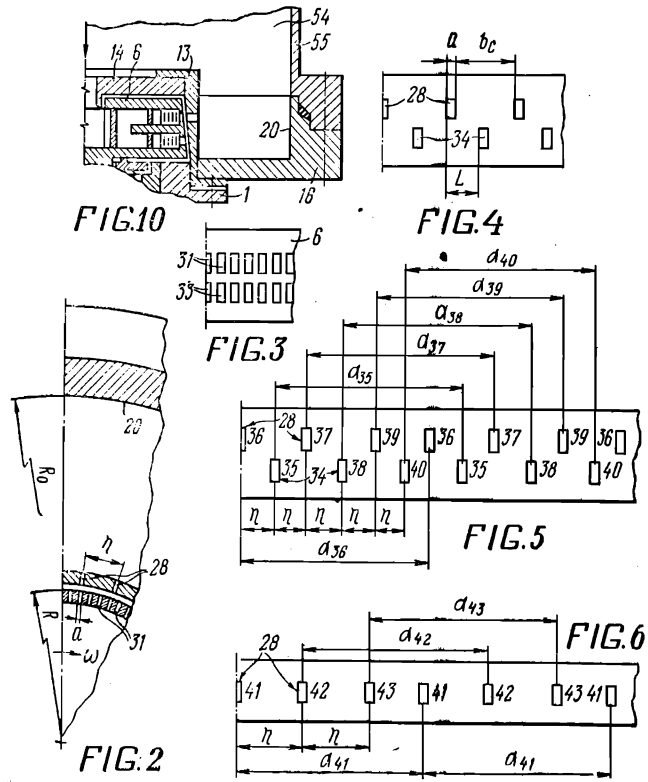


FIG. 7

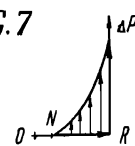


FIG. 11

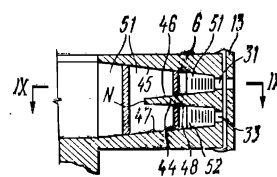


FIG. 8

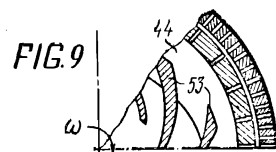


FIG. 9