

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 248588 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **445918**

(22) Data zgłoszenia: **2023.08.28**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2025.03.03 BUP 09/2025**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.12.29 WUP 52/2025**

(51) MKP:

B07B 1/22 (2006.01)

B07B 1/26 (2006.01)

B04B 7/08 (2006.01)

B04B 3/06 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA, Wrocław, PL
FOUR POINT SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Wrocław, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

PRZEMYSŁAW MOCZKO, Wrocław, PL
DAMIAN PIETRUSIAK, Wrocław, PL
JAKUB WRÓBEL, Wrocław, PL
OSKAR FRYCKOWSKI, Wrocław, PL
MAREK WILGUCKI, Wrocław, PL
MIŁOSZ MAŁACHOWSKI, Piotrowiczki, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Katarzyna Paprzycka, Wrocław, PL

(54) Tytuł:

Wirnik separatora odśrodkowego oraz sposób przesiewania materiałów sypkich w separatorze odśrodkowym

PL 248588 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest wirnik separatora odśrodkowego przeznaczony do przesiewania materiałów sypkich, granulatów o różnej gęstości i gradacji jak minerały, piasek, ziarna, kapsułki, pastylki czy inne. Rozwiązanie przeznaczone jest do stosowania w przemyśle chemicznym, spożywczym, rolniczym, górnictwie i przetwórstwie skalnym, technologiach kosmicznych i innych. Przedmiotem wynalazku jest również sposób przesiewania materiałów sypkich w separatorze odśrodkowym.

Znany jest z polskiego opisu patentowego PL179543 separator odśrodkowy służący do rozdzielania mieszaniny materiałów o różnych ciężarach właściwych, którego misa składa się z płaskiego dna i ze stożkowej obwodowej ścianki wystającej do góry z dna. Przewód dopływowy sięga do dna misy. Część stożkowa obwodowej ścianki misy jest gładka, bez otworów. Powyżej górnej krawędzi stożkowej części misy są umieszczone dwa osiowo oddalone od siebie zagłębienia, wyposażone w otwory dla wody fluidyzującej odprowadzany materiał o większym ciężarze właściwym.

Znany jest z polskiego opisu patentowego PL183804 separator odśrodkowy, zawierający wirówkę odśrodkową o osi środkowej, obrotową w określonym kierunku, mającą komorę wolną od ciał wirujących w obszarze znajdującym się promieniowo wewnątrz okręgu, którego środek znajduje się na wspomnianej osi środkowej, zaś promień równy jest pierwszej odległości, ponadto zawierający człon wylotowy, składający się z kanału wylotowego z prowadzącym do niego otworem wlotowym, przy czym człon wylotowy jest ruchomy wokół drugiej osi, równoległej do osi środkowej, znajdującej się w drugiej odległości od osi środkowej, zaś druga odległość jest mniejsza od pierwszej odległości, ponadto człon wylotowy jest ruchomy w kierunku do osi środkowej i od tej osi.

Znany jest z europejskiego opisu wynalazku EP2186571B1 separator odśrodkowy z co najmniej jedną obudową tworzącą komorę wirową z co najmniej jednym wlotem stycznym, z dolnym, w położeniu montażowym, wylotem dla oddzielanych w polu odśrodkowym składników ciężkich oraz z górnym, w odniesieniu do położenia montażowego, wylotem przechodzącym przez pokrywę obudowy, który obejmuje rozciągającą się do obudowy rurę nurkową, przy czym rura nurkowa jest przyłączona do, zwróconej do komory wirowej, strony pokrywy obudowy. W rozwiązaniu rura nurkowa jest zawieszona na pierścieniu nośnym przyłączonym do, odwróconej od komory wirowej, strony pokrywy obudowy pod warstwą pośrednią pokrywy obudowy.

Z amerykańskiego zgłoszenia patentowego US20160082478A1 znany jest separator odśrodkowy zawierający wirnik zbudowany z perforowanego płaszcza w kształcie stożka ściętego albo walca, po którego wewnętrznej powierzchni poboczniczy przesypywany jest separowany materiał. Separacja materiału w wirniku, w kształcie stożka, możliwa jest dzięki występowaniu siły odśrodkowej, oddziałującej na powierzchnię wirującego wirnika. Reakcja wzdłuż osi stożkowego wirnika powoduje przemieszczanie się materiału w dół. W przypadku gdy wirnik ma kształt walca, separacja materiału możliwa jest również dzięki występowaniu siły odśrodkowej oddziałującej na powierzchnię wirnika, przy czym przemieszczanie się separowanego materiału wzdłuż osi obrotu wirnika wymuszane jest przez dodatkowe medium albo odpowiednie nachylenie wirnika. Alternatywnie, w wirniku o kształcie walca przesypywanie się separowanego materiału wzdłuż jego osi obrotu może wymuszać umieszczona w jego wnętrzu spirala, której ruch obrotowy jest niezależny od ruchu obrotowego wirnika.

Przy zastosowaniu wirnika w kształcie stożka, w celu zwiększenia siły przesiewania, konieczne jest zwiększenie siły odśrodkowej. Zwiększenie siły odśrodkowej, realizowane poprzez zwiększenie prędkości wirowania wirnika, zwiększa również siłę reakcji wzdłuż osi stożkowego wirnika, co skutkuje szybszym przemieszczaniem się separowanego materiału wzdłuż osi stożka. Zwiększenie prędkości wirowania zazwyczaj powoduje, iż spada skuteczność przesiewania przez sito, a więc spada wydajność i skuteczność urządzenia. Tak więc szybkie przemieszczanie się materiału wzdłuż osi obrotu wirnika powoduje, że spora ilość materiału pozostaje nieprzesiana i stanowi odpad lub wymaga ponownego przesiania. Wadą zastosowania wirnika w kształcie walca jest natomiast konieczność zastosowania medium transferującego, konieczność dokładnej regulacji nachylenia wirnika w kształcie walca do wektora siły grawitacji, czy też konieczność stosowania dodatkowej siły mechanicznej do wzdłużnego przemieszczania materiału. Bez zastosowania powietrza lub wody, czy też występowania odpowiednio dużej siły grawitacji lub innej siły mechanicznej, separator z wirnikiem w kształcie walca będzie nisko wydajny. Wyposażenie separatora w instalację medium transferującego, czy dodatkowy ruchomy element we wnętrzu wirnika, w kształcie walca, zwiększa poziom skomplikowania instalacji, zwiększa koszty jej budowy oraz zapotrzebowanie na energię elektryczną. Przy zastosowaniu umieszczonej we wnętrzu wir-

nika spirali dodatkowo pojawia się problem doboru odpowiedniej szerokości szczeliny pomiędzy wirnikiem a spiralą, jako że szczelina z jednej strony winna być odpowiednio mała, gdyż spirala powinna zgarniać cały nieprzesiany materiał z powierzchni wirnika. Niemniej, przy zbyt małej szerokości szczeliny będzie zbierał się w niej materiał, co będzie wywoływało tarcie pomiędzy wirnikiem a spiralą i dodatkowy opór ruchu pomiędzy rotującym walcem a spiralą z uwagi, iż ich prędkości wirowania są różne od siebie. Powyższe zjawiska mogą wpływać niekorzystnie na strukturę przesiewanego materiału, a mianowicie w szczelinie materiał może się na przykład kruszyć czy miażdżyć. W przypadku gdy przesiewany materiał będzie abrazyjny, będzie to prowadziło do szybkiego zużywania się powierzchni wirnika oraz spirali. Zwiększanie szczeliny pomiędzy powierzchnią wirnika a krawędzią spirali zmniejszy opisane powyżej negatywne zjawiska, niemniej spadnie również sprawność przemieszczania separowanego materiału wzdłuż osi wirnika, a więc obniży się wydajność urządzenia.

W powyższym amerykańskim zgłoszeniu US20160082478A1 ujawniona została również konstrukcja składająca się z kilku współosiowo wirujących powierzchni stożkowych. Taka konstrukcja umożliwia odseparowanie kilku frakcji materiału za jednym wsadem, a mianowicie największe frakcje osadzają się na pierwszej wirującej powierzchni, mniejsze przelatują dalej i osadzają się na kolejnej powierzchni wirującej z mniejszym oczkiem/perforacją niż powierzchnia wirująca pierwsza, i tak kolejno dalej, jeżeli jest zastosowana dalsza wirująca powierzchnia.

Powszechnie separatory z wirnikiem w postaci stożka wyposaża się w element wprawiający wirnik w drgania. Rozwiązania znane ze stanu techniki drgają jako całość (globalne drgania bryły sztywnej), co bezpośrednio odzwierciedla ruch drgający wymuszony z zewnątrz poprzez niewyważenie czy też generator drgań.

Znany jest z chińskiego zgłoszenia patentowego CN116493141A separator odśrodkowy, którego wirnik zbudowany jest z bębna, który jest w kształcie stożka ściętego i który po stronie wewnętrznej wyposażony jest w spiralnie ukształtowane perforacje. Zwoje rzeczonyj perforacji umiejscowione są jeden pod drugim w odstępach, na których nie ma utworzonej perforacji w pobocznicy, a powstała w ten sposób nieperforowana bieżnia na pobocznicy stożka ma za zadanie przemieszczanie materiału wzdłuż linii spiralnej. W mniejszej podstawie stożka ściętego bęben jest zamknięty podstawą.

Problem jaki stoi do rozwiązania przed przedmiotowym wynalazkiem jest nowa, alternatywna konstrukcja wirnika w kształcie stożka ściętego, poprawiająca efektywność wyżej wymienionej konstrukcji w zakresie separacji materiałów sypkich.

Celem według wynalazku jest rozwiązanie, które w wirniku w kształcie stożka ściętego usprawni kontrolę prędkości przepływu materiału wzdłuż osi obrotu.

Celem według wynalazku jest rozwiązanie, które pozwoli na przesiewanie/separację materiałów sypkich bez konieczności stosowania mediów transferowych, jak na przykład wody czy powietrza, a także bez konieczności stosowania (bez obecności) zewnętrznego pola sił, jak na przykład grawitacji.

Wirnik separatora odśrodkowego zbudowany z perforowanego płaszcza, który jest w kształcie otwartego w podstawie o większej średnicy stożka ściętego i który po, stanowiącej jego powierzchnię przesywową, stronie wewnętrznej wyposażony jest w bieżnię o spiralnym torze ruchu separowanego materiału, **według wynalazku charakteryzuje się tym**, iż płaszcz ma postać stożka ściętego otwartego także w podstawie o mniejszej średnicy i jest perforowany na całej swojej powierzchni, przy czym konstrukcja wirnika przy częstotliwości rezonansowej podatna jest na lokalne sprężyste odkształcenia.

Korzystnie, spiralna bieżnia ma postać spiralnie ukształtowanej półki, która zewnętrzną, spiralną krawędzią zestawiona jest z perforowaną powierzchnią płaszcza.

Korzystnie, spiralna bieżnia w postaci półki wespół z perforowaną powierzchnią płaszcza stanowią rynnę.

Korzystnie, spiralna bieżnia ma postać ukształtowanego na pobocznicy płaszcza, wypukłego na zewnątrz płaszcza, spiralnego przetłoczenia.

Korzystnie, we wnętrzu płaszcza umiejscowiony jest rdzeń, który ma kształt stożka ściętego, zaś pomiędzy jego pobocznicą a perforowanym płaszczem znajduje się szczelina przesykowa.

Sposób przesiewania materiałów sypkich w separatorze odśrodkowym, w którym materiał sypki przesiewa się na wprawianym w drgania wirniku, który ma postać perforowanego płaszcza w kształcie stożka ściętego i który po stronie wewnętrznej wyposażony jest w spiralną bieżnię wymuszającą zgodny z jej geometrią, spiralny tor ruchu separowanego materiału, który przesypuje się po wewnętrznej powierzchni pobocznicy płaszcza, **według wynalazku charakteryzuje się tym**, iż proces przesiewania przebiega w wirniku, którego wybrane częstotliwości drgań własnych, przy zbieżności z częstotliwością

siły wymuszającej drgania wirnika, to jest przy rezonansie, wymuszają lokalne sprężyste odkształcenia wirnika.

W rozwiązaniu według wynalazku, obracający się wirnik generuje wektor siły odśrodkowej. Składowa styczna wektora siły odśrodkowej, której wielkość zależna jest od kąta nachylenia poboczniczy wirnika α , działa wzdłuż poboczniczy wirnika, co powoduje ruch materiału w kierunku większej średnicy stożka. Składowa normalna kieruje przesiewany materiał na zewnątrz wirnika, przez co realizuje jego przesiewanie poprzez perforowaną pobocznicę wirnika. Zintegrowana z wirnikiem spiralna bieżnia, o dowolnej geometrii i wykonaniu, przeciwstawia się głównemu ruchowi wylotowemu materiału, wynikającemu z działania składowej stycznej siły odśrodkowej w kontrolowany, zależny od kąta nachylenia spiralnej bieżni β sposób, co umożliwi kontrolę prędkości przepływu materiału wzdłuż osi wirnika, a tym samym realizację wydajnego procesu przesiewania poprzez wydłużenie czasu wirowania wsadu. W rozwiązaniu według wynalazku nie ma konieczności zastosowania mediów transferowych (wody, powietrza) czy też zewnętrznego pola siły lub przyspieszenia (grawitacji). Prędkość przesypywania się separowanego materiału w rozwiązaniu według wynalazku zależna jest od kąta nachylenia spiralnej bieżni β oraz kąta nachylenia stożkowej poboczniczy wirnika α . W separatorze odśrodkowym z wirnikiem według wynalazku podnosi się znacząco wydajność z uwagi, iż ziarna pozostają dłużej w kontakcie z sitem (perforowaną powierzchnią poboczniczy), a ich tor ruchu jest wynikiem poruszania się po poboczniczy wirnika, po umiejscowionej w nim spiralnej bieżni, przez co uzyskuje się więcej przesianego produktu końcowego o pożądanej gradacji. W rozwiązaniach obecnie stosowanych szybkie przemieszczanie się materiału jedynie wzdłuż osi stożkowego wirnika powoduje, że spora ilość materiału pozostaje nieprzesiana i stanowi odpad lub wymaga ponownego przesiania. W rozwiązaniu według wynalazku ruch materiału wewnątrz wirnika kontroluje się we wszystkich kierunkach poprzez dopasowanie proporcji kątów nachylenia poboczniczy wirnika i spiralnej bieżni oraz prędkości obrotowej (siły odśrodkowej). W rezultacie, rozwiązanie według wynalazku może być całkowicie niezależne od mediów stosowanych do przemieszczania materiału, takich jak powietrze czy woda oraz zewnętrznego pola sił. Rozwiązania znane ze stanu techniki drgają jako całość (globalne drgania bryły sztywnej), co bezpośrednio odzwierciedla ruch drgający wymuszony z zewnątrz poprzez niewyważenie czy też generator drgań. Wirnik według wynalazku projektuje się tak, aby jego częstotliwość rezonansowa dobrana była w taki sposób, aby powodowała lokalne sprężyste odkształcenie się wirnika. W rozwiązaniu według wynalazku drgający w rezonansie wirnik ulega lokalnym sprężystym deformacjom, które powodują lokalne wzruszenie i odklejenie przesiewanego materiału od poboczniczy oraz spiralnej bieżni. Powyższe zapewnia łatwiejszą separację przesiewanego materiału oraz zapobiega zapychaniu się perforacji wirnika. Wirnik według wynalazku drga w rezonansie jako w stanie pożądanym. Charakterystyczną cechą lokalnych drgań rezonansowych wirnika według wynalazku jest to, w odróżnieniu od znanych sił drgających drganiami wymuszonymi globalnej bryły sztywnej, że kierunek drgań i odkształceń lokalnych/rezonansowych wynika z założeń konstrukcji wirnika, a nie tylko z zastosowanego sposobu wzbudzenia drgań wirnika (na przykład niewyważenie, wzbudnik). Powoduje to lokalne wzruszenie się przesiewanego materiału i jego lokalne odklejenie się od poboczniczy oraz spiralnej bieżni. Konstrukcja wirnika według wynalazku generuje siły, realizujące przesiewanie, na tyle duże, iż obecność pola grawitacji, kąt osi wirowania w polu grawitacji lub brak pola grawitacji ma znaczenie drugorzędne. Zatem ustalenie pozycji/pochylenia wirnika jest dowolne w odniesieniu do pionu, a ustalając pozycję wirnika kierować należy się parametrami pracy urządzenia i ewentualnym umiejscowieniem urządzeń współpracujących.

W rozwiązaniu według wynalazku parametry przepływu i segregacji materiału ustalane są poprzez kąt nachylenia poboczniczy wirnika α , kąt nachylenia spiralnej bieżni β , średnicę stożkowego wirnika, wysokość wirnika, prędkość obrotową zespołu wirnika ze spiralną bieżnią oraz charakterystykę widma wzbudzenia drań zespołu wirnika i spiralnej bieżni, przy czym dwa ostatnie parametry (prędkość obrotowa, widmo drgań) kontrolowane są w czasie rzeczywistym. Parametry te, jak również kształt spiralnej bieżni oraz rozmiar perforacji poboczniczy, ustalane są także w odniesieniu do charakterystyk przesiewanego materiału to jest na przykład gęstości, składu granulometrycznego, współczynnika tarcia zewnętrznego jak i kąta naturalnego usypu.

Przelotowe otwarcie wirnika w osi wzdłużnej umożliwia jego pracę w trybie ciągłym. W rozwiązaniu CN116493141A występuje konieczność przerywania pracy urządzenia w celu rozładunku pozostałego we wnętrzu bębna materiału, co zmniejsza wydajność procesową. Ponadto, utworzenie jak w rozwiązaniu według wynalazku perforacji na całej powierzchni płaszcza zdecydowanie zwiększa efektywność separacji.

Przedmiot wynalazku został uwidoczniony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat ideowy rozwiązania, fig. 2 – wirnik separatora odśrodkowego w widoku z boku w pierwszym przykładzie wykonania, fig. 3 – wirnik separatora odśrodkowego w widoku od góry w pierwszym przykładzie wykonania, fig. 4 – wirnik separatora odśrodkowego w widoku w przekroju wzdłuż linii A-A z fig. 2, fig. 5 – szczegół „B” z fig. 4, fig. 6 – przykładowy separator odśrodkowy z wirnikiem według wynalazku z przykładu wykonania pierwszego (separator w widoku z boku i w przekroju), fig. 7 – wirnik separatora odśrodkowego w widoku od góry w drugim przykładzie wykonania, fig. 8 – wirnik separatora odśrodkowego w widoku z boku w drugim przykładzie wykonania, fig. 9 – wirnik separatora odśrodkowego w widoku w przekroju wzdłuż linii C-C z fig. 8, fig. 10 – szczegół „D” z fig. 9, fig. 11 – wirnik separatora odśrodkowego w widoku od góry w trzecim przykładzie wykonania, fig. 12 – wirnik separatora odśrodkowego w widoku z boku w trzecim przykładzie wykonania, fig. 13 – wirnik separatora odśrodkowego w widoku w przekroju wzdłuż linii E-E z fig. 12, fig. 14 – szczegół „G” z fig. 13, fig. 15 – szczegół „F” z fig. 12, fig. 16 – wirnik separatora odśrodkowego w widoku aksonometrycznym w czwartym przykładzie wykonania, fig. 17 – wirnik separatora odśrodkowego w widoku w przekroju wzdłużnym w czwartym przykładzie wykonania, fig. 18 – trzy koncentrycznie umiejscowione wirniki według przykładu wykonania trzeciego w widoku od dołu, fig. 19 – wirniki z fig. 18 w widoku z boku, fig. 20 – wirniki separatora odśrodkowego w widoku w przekroju wzdłuż linii H-H z fig. 19, fig. 21 – szczegół „I” z fig. 20, a fig. 22 – schemat ideowy separatora według wynalazku wprawianego w drgania rezonansowe.

Wirnik separatora odśrodkowego w przykładzie wykonania pierwszym zbudowany jest z perforowanego na całej swojej powierzchni płaszczka 1, który ma kształt otwartego w obu podstawach stożka ściętego i po którego wewnętrznej powierzchni poboczniczy przesypywany jest separowany materiał. Perforacja płaszczka 1 na rysunku została oznaczona odnośnikiem 1a. Płaszczek 1 po stronie wewnętrznej wyposażony jest w spiralną bieżnię 2, wymuszającą zgodny z jej geometrią spiralny tor ruchu separowanego materiału, przesypującego się po wewnętrznej powierzchni płaszczka 1 na skutek oddziaływania na niego składowej stycznej siły odśrodkowej. Spiralna bieżnia 2 ma postać spiralnie ukształtowanej półki 2a, która jedną, zewnętrzną, spiralną krawędzią zestawiona jest z pobocznica płaszczka 1 i której druga, wewnętrzna, spiralna krawędź zestawiona jest z odchodzącą od niej w kierunku do góry ścianką 2b. Półka 2a wespół z perforowaną powierzchnią płaszczka 1 i ścianką 2b stanowią rynnę. Spiralna bieżnia 2 umiejscowiona jest na całej wysokości płaszczka 1. Oczywiście w innym wykonaniu spiralna bieżnia 2 może być rozciągnięta tylko na części płaszczka 1. Wirnik może być wykonany z perforowanej blachy lub siatki. Spiralna bieżnia 2 wykonana jest z blachy i do poboczniczy płaszczka 1 zamocowana jest poprzez spawanie. Przykładowo pobocznica wirnika (płaszczek 1) może być wykonana z siatki o średnicy oczek 3 mm. Kąt nachylenia poboczniczy wirnika α może być w zakresie $65\div 75^\circ$, kąt nachylenia spiralnej bieżni β w zakresie $2\div 3^\circ$, średnica podstawy wirnika wynosi $1700\div 1900$ mm a wysokość wirnika wynosi 1600 mm. Szerokość półki 2a może wynosić 100 mm a odchodzącej od niej ścianki 2b – 50 mm. Pozwala to na przesianie materiałów sypkich typu piach, żwir i odseparowanie frakcji mniejszej niż 3 mm od przekraczającej ten parametr. Wirnik według wynalazku ma konstrukcję, która w ustalonych na etapie projektowania i zależnych od jego konstrukcji, częstotliwościach rezonansowych charakteryzuje się, wspomagającymi separację materiału, lokalnymi sprężystymi odkształceniami (przy częstotliwości rezonansowej podatna jest na lokalne sprężyste odkształcenia). Projektowanie wirnika mające na celu uzyskanie pracy w rezonansie jako stanu pożądanego i korzystnego, w odróżnieniu od powszechnego unikania tego zjawiska, można przeprowadzić powszechnie znanymi metodami analitycznymi i numerycznymi. W opisywanym wynalazku projektowanie to ma jednak na celu uzyskanie kontrolowanego rezonansu, który celowo wprowadzi dodatkową energię lokalnych drgań sprężystych do konstrukcji natomiast nie doprowadzi do jej zniszczenia. Projektowanie takie prowadzi się w taki sposób, iż mając zdefiniowane parametry pracy wirnika, tj. prędkość obrotową, przesiewany materiał (wielkość wsadu, granulacja), jak też częstotliwości zewnętrznego wzbudzenia wzbudnika, czy też niewyważenie (jeżeli takie występuje), i stosując powszechnie znane metody analityczne i numeryczne dobiera się sztywność strukturalną wirnika (poprzez sztywność struktury wynikającą z jej kształtu oraz dobranie materiału o odpowiedniej sztywności/sprężystości). W ten sposób ustala się postać i częstotliwość rezonansową wirnika bezpieczną dla jego konstrukcji a jednocześnie korzystną dla procesu przesiewania/separacji. Wirnik konstrukcji tego typu wykonać można powszechnie znanymi metodami, a wybór metody wykonania jest głównie zależny od stopnia złożoności geometrii i materiału konstrukcyjnego (na przykład spawanie z komponentów, druk 3D, odlewanie, itp.).

Jak to przedstawiono na fig. 6 rysunku, w separatorze odśrodkowym wyżej opisany wirnik może być umieszczony w obudowie 3 zawierającej wyloty 4, 5 separowanych frakcji. Materiał do separacji

podawany jest poprzez otwór wlotowy 6, a następnie przemieszcza się wzdłuż wewnętrznej powierzchni pobocznic wirnika po spiralnej bieżni 2. Materiał o gradacji odpowiadającej wielkości perforacji 1a pobocznic wirnika przedostaje się na zewnątrz wirnika, skąd następnie odprowadzany jest wylotem 4. Materiał o gradacji większej niż wielkość perforacji 1a pobocznic wirnika przemieszcza się wzdłuż osi obrotu wirnika, w kierunku większej jego średnicy, a następnie odprowadzany jest wylotem 5. Wirnik wprowadzany jest w ruch obrotowy za pomocą silnika elektrycznego 7, który dodatkowo, poprzez niewyważenie lub zastosowanie w zespole z silnikiem elektrycznym 7 wzbudnika, wprowadza wirnik w drgania. Praca separatora może być wspomagana w sposób kontrolowany drganiami o zadanej częstotliwości, co pozwala na skuteczniejsze przenoszenie i przesiewanie materiału i zapobiega zatykaniu się perforacji 1a w pobocznic wirnika. Wprowadzenie drgań może zostać zastosowane w celu wprowadzenia rezonansu przenoszonego materiału, poszczególnych stopni maszyny (drgania własne elementów separatora) jak i całego separatora, co dodatkowo zwiększy energię przesiewania dostarczaną do przesiewanego materiału.

Wirnik separatora odśrodkowego w przykładzie wykonania drugim zbudowany jest jak w przykładzie wykonania pierwszym z tą różnicą, że spiralna bieżnia 2 ma postać ukształtowanego na pobocznic płaszczu 1, wypukłego na zewnątrz płaszczu 1, spiralnego przetłoczenia. Zwoje spiralnej bieżni 2 umiejscowione są bezpośrednio jeden pod drugim i stykają się krawędziami. Spiralna bieżnia 2 jest ukształtowana na całej wysokości pobocznic, i jest też na całej swojej powierzchni perforowana. Skok linii spiralnej bieżni 2 oraz kształt i wielkość perforacji zależny jest od rodzaju separowanego materiału. Rozwiązanie według niniejszego przykładu wykonania jest w odniesieniu do wirnika z pierwszego przykładu wykonania prostsze konstrukcyjnie, a więc tańsze w wykonaniu. W tym przykładzie wykonania pobocznic wirnika (płaszcz 1) wykonana jest z perforowanej blachy o wielkości oczek 5 mm a promień zaokrąglenia bieżni wynosi 160 mm. Kąt nachylenia pobocznic wirnika α wynosi 75° , kąt nachylenia spiralnej bieżni β wynosi $1\div 2^\circ$, średnica podstawy stożka wynosi $1500\div 1600$ mm a wysokość stożka ściętego wynosi 1500 mm. Pozwala to na przesianie granulatów czy też pastylek i odseparowanie frakcji mniejszej niż 5 mm od przekraczającej ten parametr.

Wirnik separatora odśrodkowego w przykładzie wykonania trzecim zbudowany jest jak w przykładzie wykonania drugim z tą różnicą, iż kolejne zwoje spiralnej bieżni 2 nie przystają do siebie bezpośrednio. Spiralna bieżnia 2 na pobocznic płaszczu 1 utworzona jest tak, że zwoje spiralnej bieżni 2 przedzielone są ścianą pobocznic i zwoje te biegną w odstępie od siebie. Spiralna bieżnia 2 jest ukształtowana na całej wysokości pobocznic i jest też na całej swojej powierzchni perforowana. Pobocznic płaszczu 1 w obszarze nie przetłoczonym jest także perforowana. Wirnik według niniejszego przykładu wykonania, w odniesieniu do wirnika z przykładu wykonania drugiego, pozwala na większą prędkość przenoszenia materiału, niemniej kosztem dokładności separacji. W tym przykładzie wykonania pobocznic stożka wykonana jest z siatki o średnicy oczek 0,5 mm, promień zaokrąglenia wytłoczonej na pobocznic płaszczu 1 spiralnej bieżni 2 wynosi 25 mm, a jej szerokość 15 mm. Kąt nachylenia pobocznic wirnika α wynosi $75\div 80^\circ$, kąt nachylenia spiralnej bieżni β wynosi $2,50\div 3,0^\circ$, średnica podstawy stożka wynosi $1400\div 1500$ mm a wysokość stożka ściętego wynosi 1500 mm. Pozwala to na przesianie proszków i odseparowanie frakcji mniejszej niż 0,5 mm od przekraczającej ten parametr.

Wirnik separatora odśrodkowego w przykładzie wykonania czwartym zbudowany jest jak w przykładzie wykonania pierwszym z tą różnicą, że spiralna bieżnia 2 składa się z samej półki utworzonej z wyprofilowanego płaskownika, płaszcz 1 zestawiony jest z zamykającymi jego wewnątrz pokrywami 8, 9, przy czym w jednej z nich utworzony jest wlot 10 a w drugiej wylot 11 przesypywanego materiału, zaś wewnątrz płaszczu 1 umiejscowiony jest rdzeń 12, który ma kształt zamkniętego w podstawach pokrywami stożka ściętego. Umieszczenie we wnętrzu płaszczu 1 rdzenia 12 tworzy pomiędzy pobocznicą rdzenia 12 a pobocznicą płaszczu 1 szczelinę przesypową. Szczelina przesypowa pozwala ograniczyć chaotyczny ruch materiału przesiewanego, zwłaszcza w warunkach ograniczonej grawitacji, co poprawia skuteczność procesu. Na powierzchni zewnętrznej pobocznic rdzenia 12 usytuowana jest spiralna bieżnia 13 w postaci spiralnej półki, utworzonej z wyprofilowanego płaskownika. Zadaniem powyższej spiralnej bieżni 13 jest dodatkowe zwiększenie możliwości regulacji prędkości materiału wewnątrz separatora razem z istniejącą spiralną bieżnią 2 na pobocznic płaszczu 1. W niniejszym przykładzie wykonania stosunek kąta nachylenia pobocznic płaszczu 1 i rdzenia 12 do skoku ukształtowanych na nich spiralnych bieżni 2, 13 reguluje prędkość ruchu materiału wzdłuż powierzchni płaszczu 1, co pozwala na regulację wydajności i skuteczności przesiewania oraz dostosowanie pracy separatora z wirnikiem według wynalazku do rodzaju przesiewanego materiału. Rdzeń 12 może być nieruchomy i wtedy

pełni funkcję ograniczenia prędkości ruchu materiału wewnątrz płaszczka 1 w kierunku osiowym, lub może wykonywać ruch obrotowy o różnej lub tej samej prędkości obrotowej co płaszcz 1. Powyższe pozwala na lepszą regulację i optymalizację procesu przesiewania, poprzez możliwość przyspieszenia, spowolnienia lub nawrotu materiału wewnątrz płaszczka 1. W tym przykładzie wykonania średnica podstawy stożka wynosi 600÷650 mm, wysokość stożka ściętego wynosi 520÷560 mm, kąt poboczniczy płaszczka 1 zawiera się w przedziale $\alpha=83\div84^\circ$, kąt wzniosu spiralnej bieżni 2, 13 wynosi $\beta=4,5\div5,5^\circ$. Pobocznica rdzenia 12 jest równoległa do poboczniczy płaszczka 1, z zachowaniem szczeliny przesypowej o wartości $e=55\div65$ mm. Szerokość spiralnej bieżni 2 na wirniku 1 może wynosić 12÷17 mm. Szerokość spiralnej bieżni 13 na rdzeniu 12 może wynosić 10÷15 mm.

Wirnik, w szczególności według przykładu wykonania drugiego albo trzeciego, może być także stosowany w separatorze odśrodkowym zawierającym kilka koncentrycznie umiejscowionych wirników. Taka konstrukcja umożliwi odseparowanie kilku frakcji materiału za jednym wsadem, a mianowicie największe frakcje osadzają się na pierwszej wewnętrznej perforowanej powierzchni, mniejsze od nich przelatują dalej i osadzają się na kolejnej środkowej perforowanej powierzchni z mniejszym oczkiem/perforacją niż powierzchnia pierwsza, i tak kolejno dalej, jeżeli jest zastosowana dalsza wirująca powierzchnia. Skok linii, na której opisane zostały spiralne przetłoczenia i kształt oraz wielkość perforacji mogą być różne dla każdego wirnika i zależne są od rodzaju separowanego materiału, jego gradacji, masy i kąta usypowego. Rozwiązanie to pozwala uzyskać lepszą kontrolę nad przemieszczanym i separowanym materiałem niż w przypadku rozwiązań z przykładów wykonania od 1 do 3, odznacza się jednak znacznie większą masą oraz złożonością konstrukcyjną. Zaletą zestawienia serii stożków jest możliwość otrzymania kilku frakcji przesianego materiału z jednego wsadu.

Sposób przesiewania materiałów sypkich w separatorze odśrodkowym, w przykładzie realizacji według wynalazku, polega na tym, iż materiał sypki przesiewa się na wprawianym w drgania wirniku, który ma postać perforowanego płaszczka 1 w kształcie stożka ściętego i który po stronie wewnętrznej wyposażony jest w spiralną bieżnię 2, wymuszającą zgodny z jej geometrią spiralny tor ruchu separowanego materiału, który przesypuje się po wewnętrznej powierzchni poboczniczy płaszczka 1. Proces przesiewania prowadzi się w wirniku, którego ustalone częstotliwości drgań własnych przy zbieżności z częstotliwością siły wymuszającej drgania wirnika, to jest przy rezonansie, wymuszają lokalne sprężyste odkształcenia wirnika (fig. 22). Sposób według powyższej realizacji może być prowadzony w separatorze przedstawionym na fig. 6, z wirnikiem o konstrukcji opisanej w przykładzie wykonania pierwszym.

Zastrzeżenia patentowe

1. Wirnik separatora odśrodkowego zbudowany z perforowanego płaszczka, który jest w kształcie otwartego w podstawie o większej średnicy stożka ściętego i który po, stanowiącej jego powierzchnię przesypową, stronie wewnętrznej wyposażony jest w bieżnię o spiralnym torze ruchu separowanego materiału, **znamienny tym**, że płaszcz (1) ma postać stożka ściętego otwartego także w podstawie o mniejszej średnicy i jest perforowany na całej swojej powierzchni, przy czym konstrukcja wirnika przy częstotliwości rezonansowej jest podatna na lokalne sprężyste odkształcenia.
2. Wirnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że spiralna bieżnia (2) ma postać spiralnie ukształtowanej półki (2a), która swoją zewnętrzną, spiralną krawędzią zestawiona jest z perforowaną powierzchnią płaszczka (1).
3. Wirnik według zastrz. 2, **znamienny tym**, że spiralna bieżnia (2) w postaci półki (2a) wespół z perforowaną powierzchnią płaszczka (1) stanowią rynnę.
4. Wirnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że spiralna bieżnia (2) ma postać ukształtowanego na poboczniczy płaszczka, wypukłego na zewnątrz płaszczka (1), spiralnego przetłoczenia.
5. Wirnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że we wnętrzu płaszczka (1) umiejscowiony jest rdzeń (12), który ma kształt stożka ściętego, zaś pomiędzy jego pobocznica a perforowanym płaszczem (1) znajduje się szczelina przesypowa.
6. Sposób przesiewania materiałów sypkich w separatorze odśrodkowym, w którym materiał sypki przesiewa się na wprawianym w drgania wirniku, który ma postać perforowanego płaszczka w kształcie stożka ściętego i który po stronie wewnętrznej wyposażony jest spiralną bieżnię wymuszającą, zgodny z jej geometrią, spiralny tor ruchu separowanego materiału, który

przesypuje się po wewnętrznej powierzchni pobocznic płaszczu, **znamienny tym**, że proces przesiewania przebiega w wirniku, którego częstotliwości drgań własnych, przy zbieżności z częstotliwością siły wymuszającej drgania wirnika, to jest w rezonansie, wymuszają lokalne sprężyste odkształcenia wirnika.

Rysunki

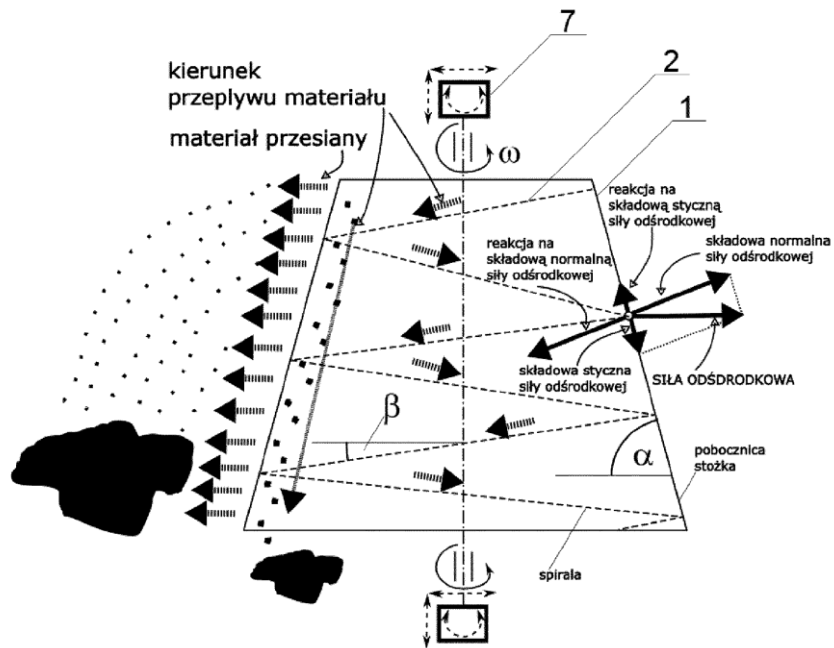


Fig. 1

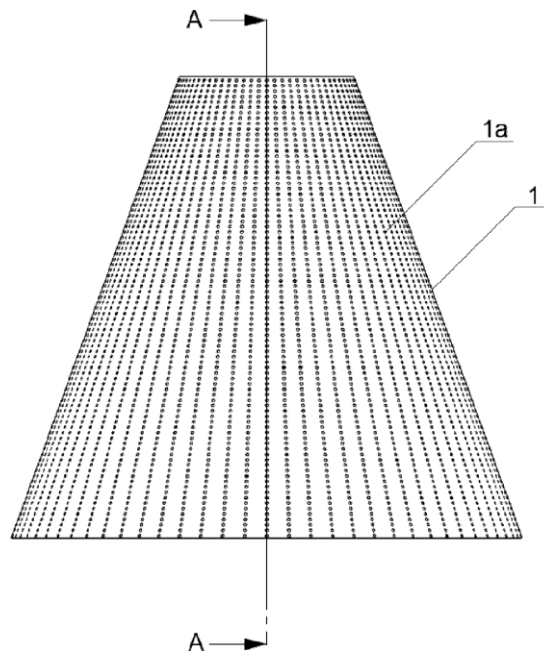


Fig. 2

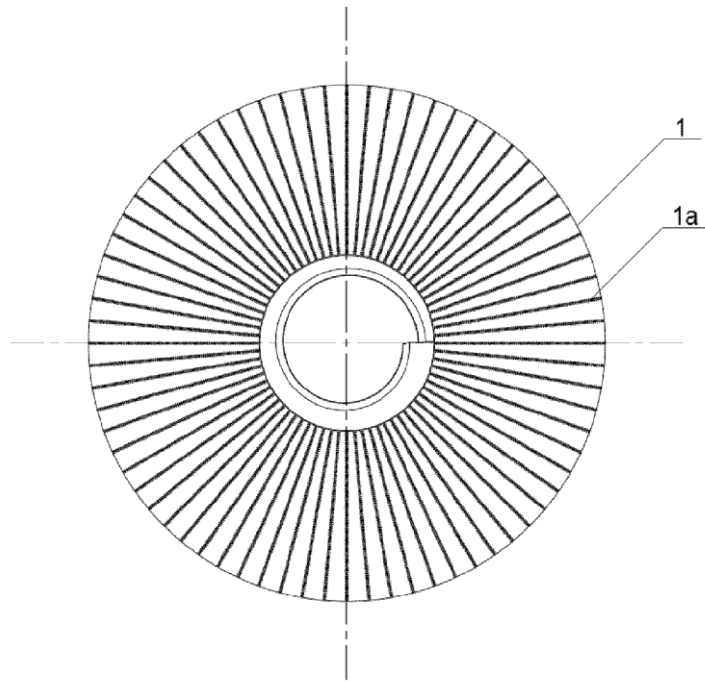


Fig. 3

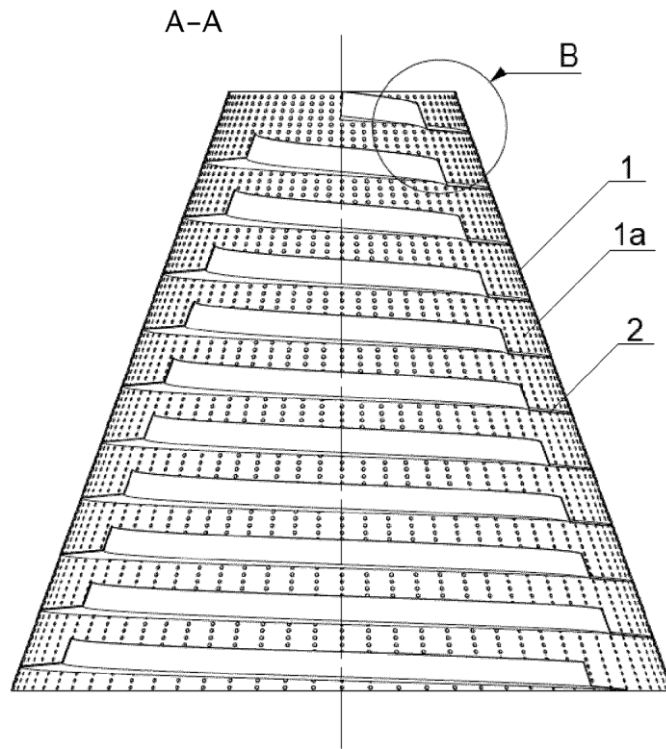


Fig. 4

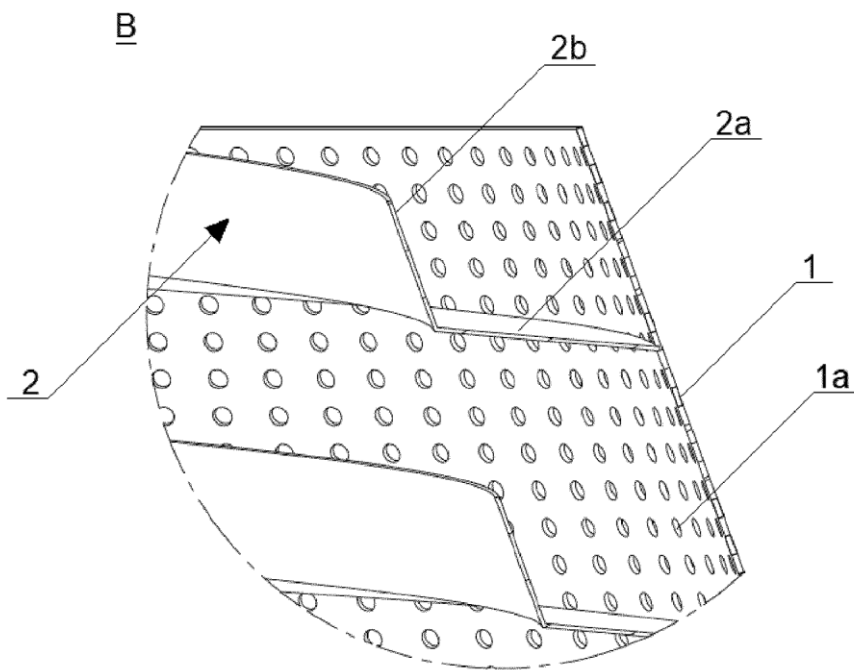


Fig. 5

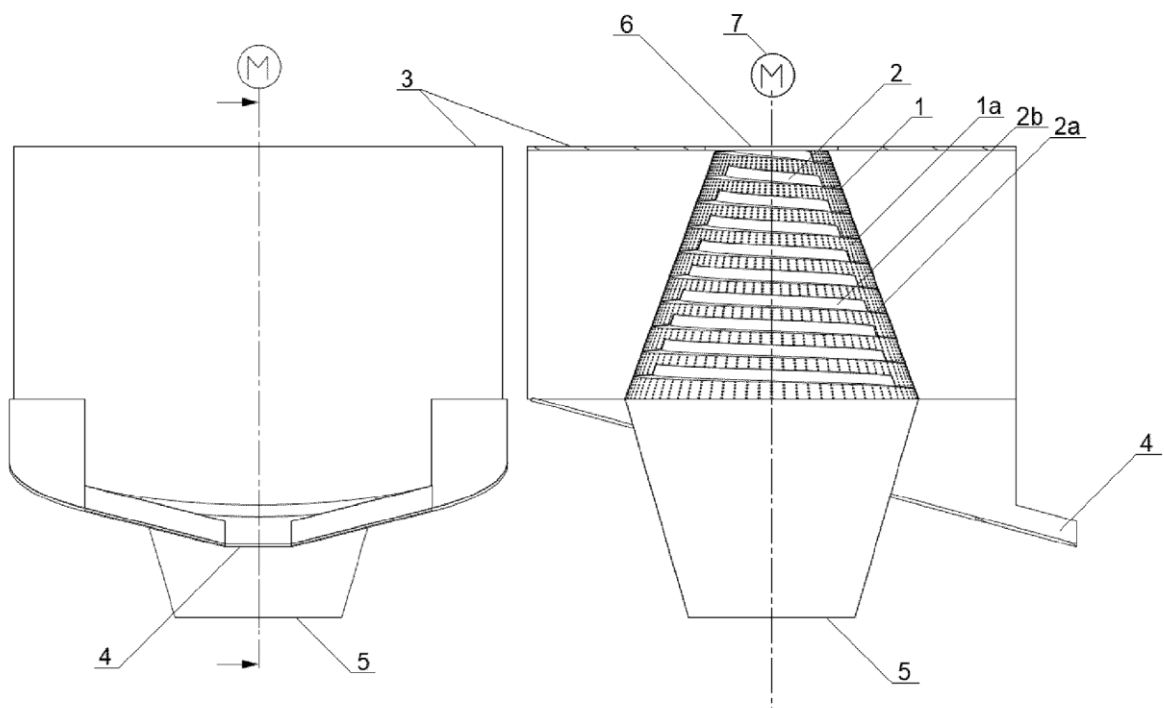


Fig. 6

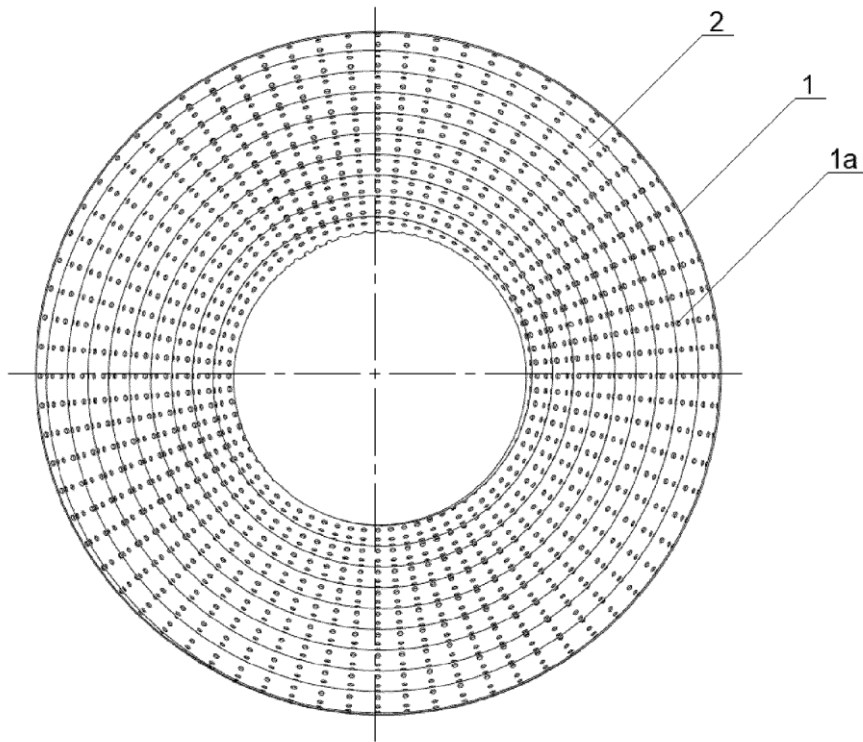


Fig. 7

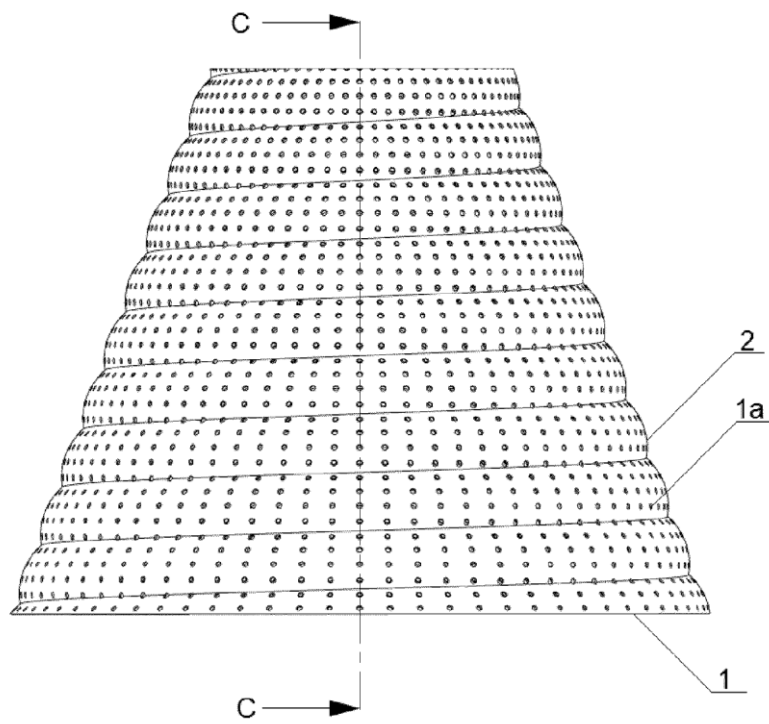


Fig. 8

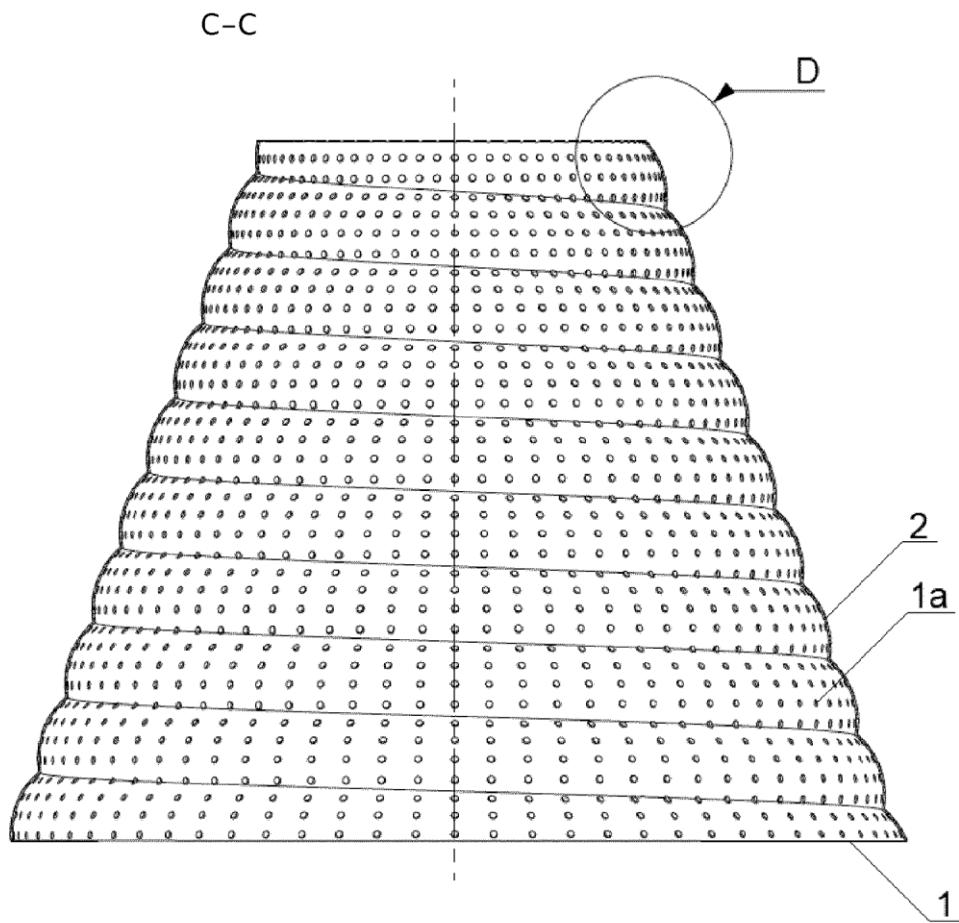


Fig. 9

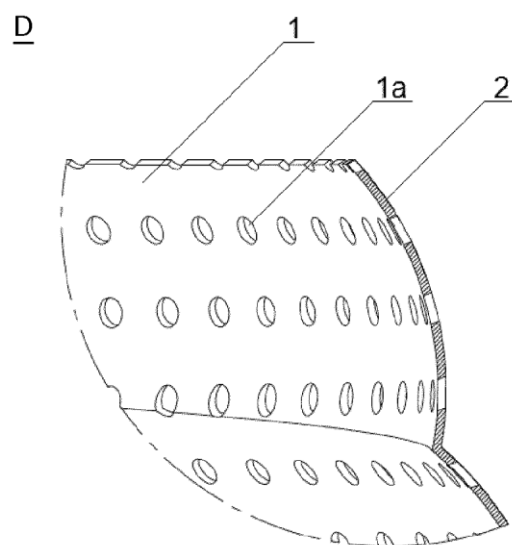


Fig. 10

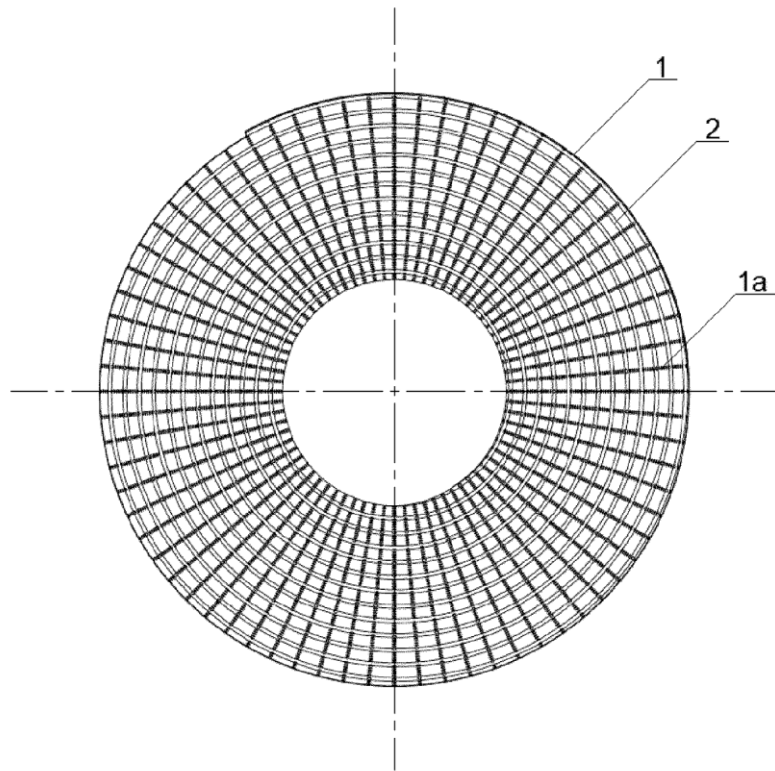


Fig. 11

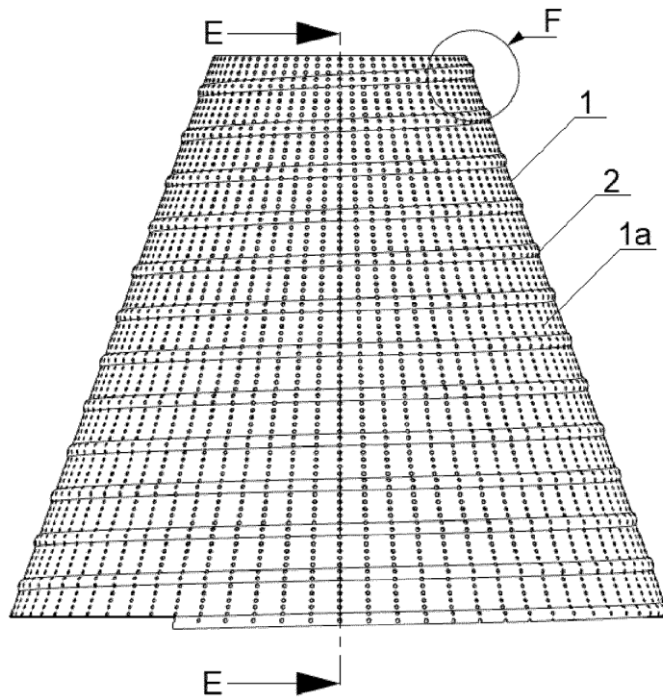


Fig. 12

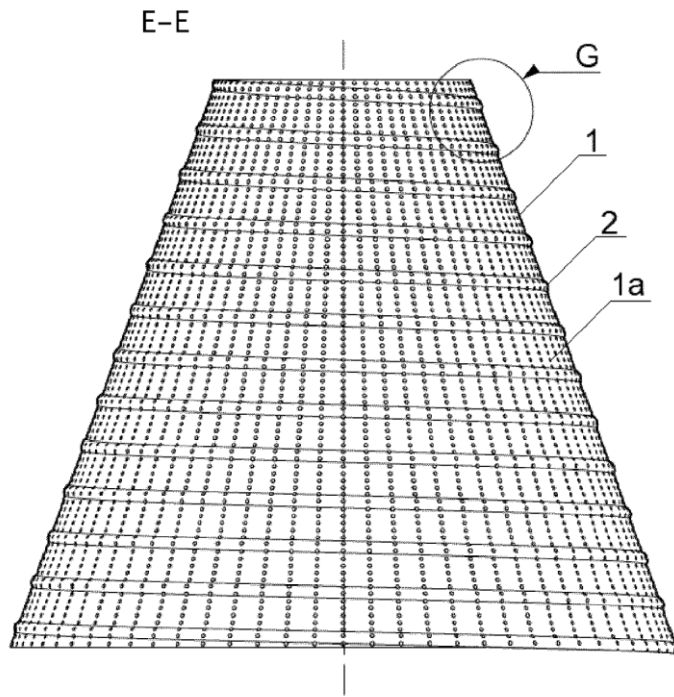


Fig. 13

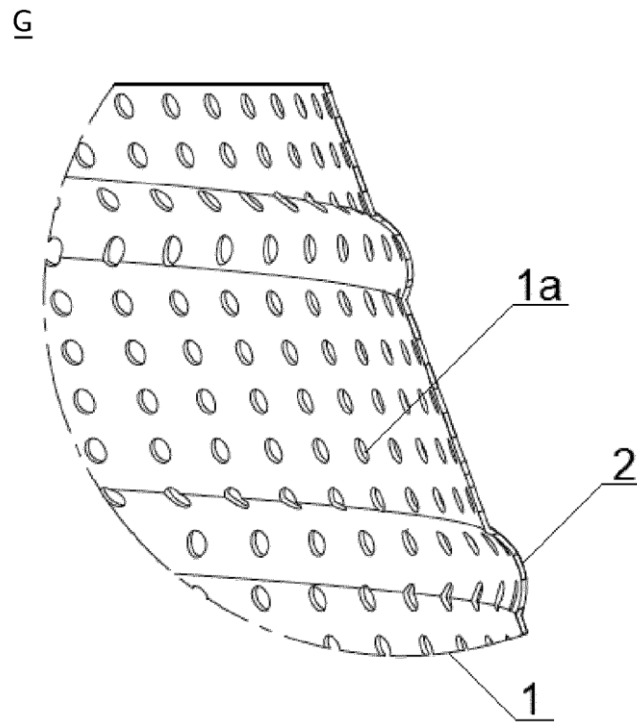


Fig. 14

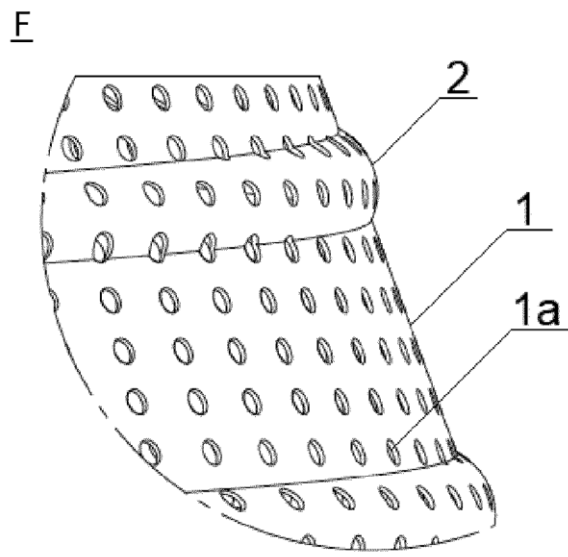


Fig. 15

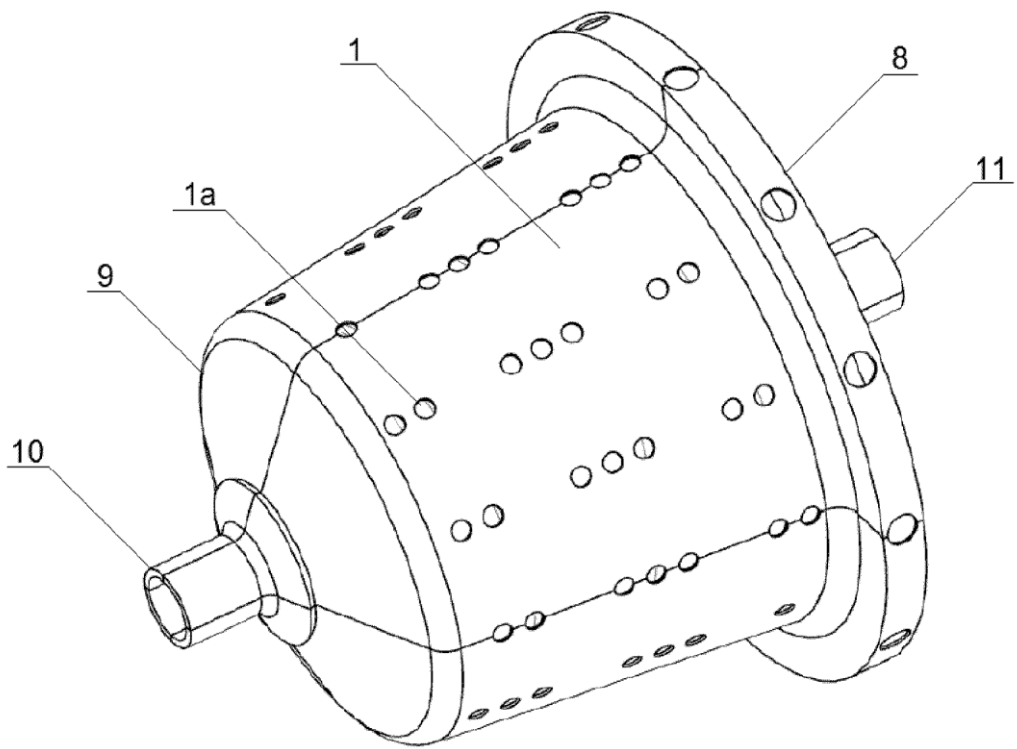


Fig. 16

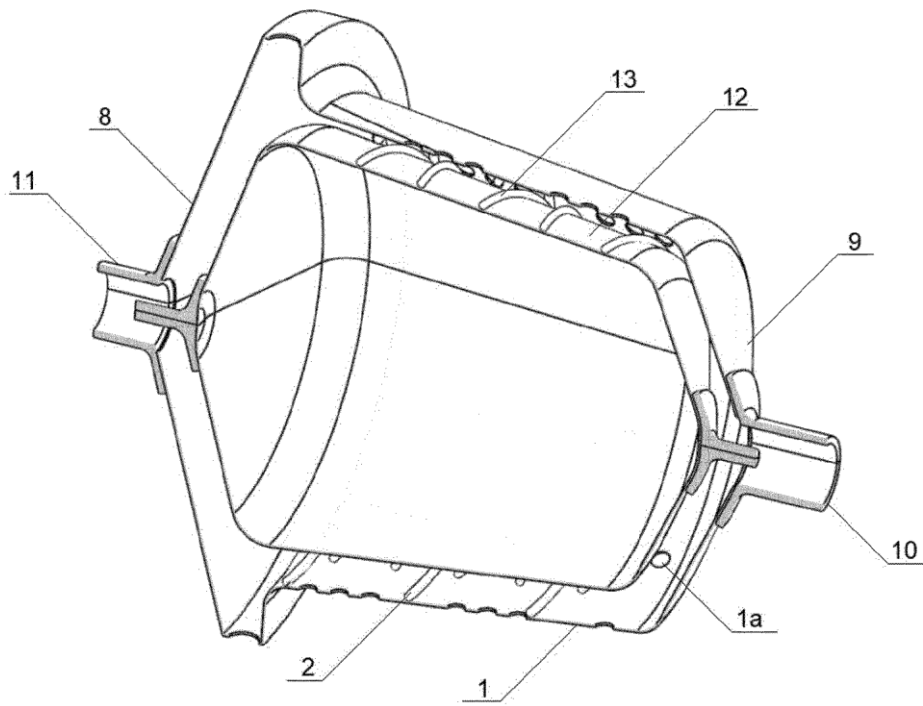


Fig. 17

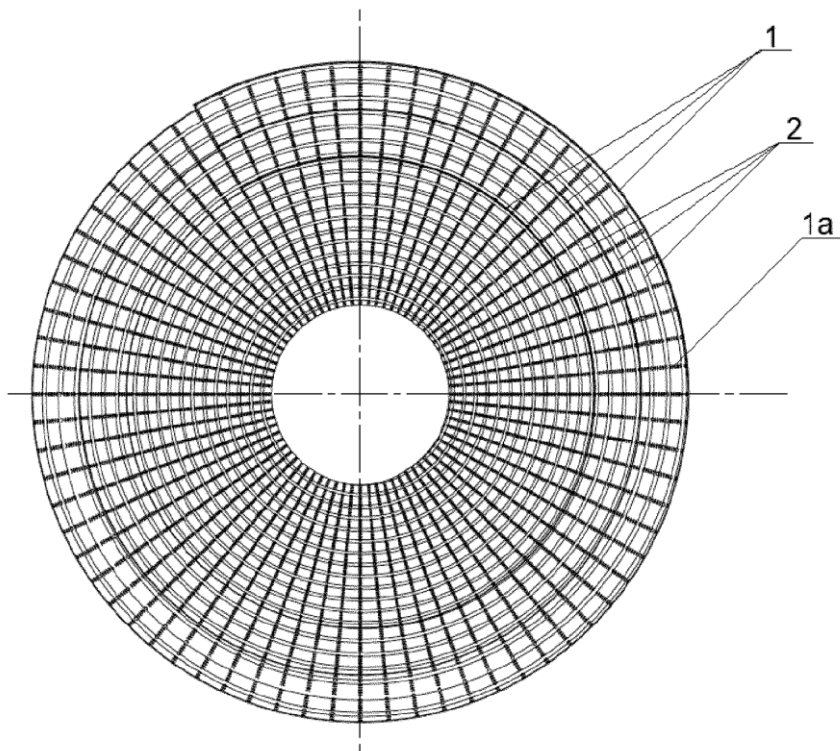


Fig. 18

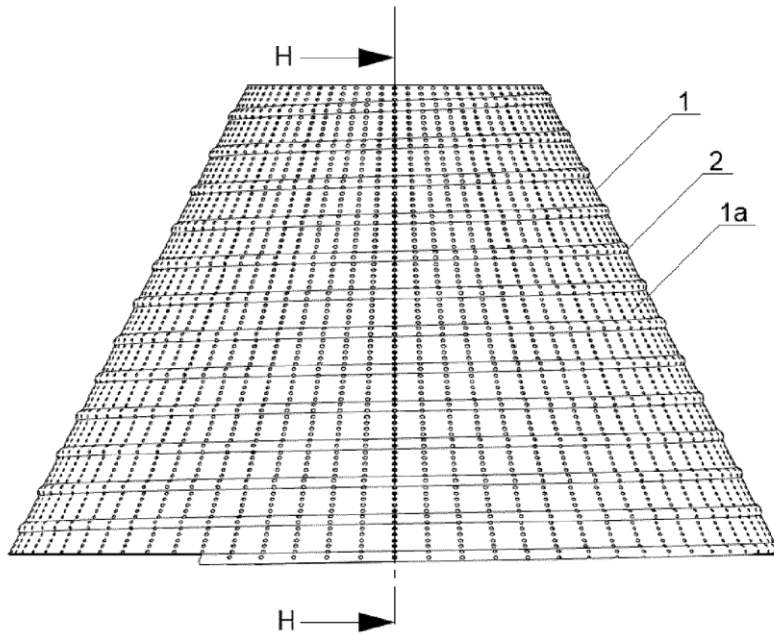


Fig. 19

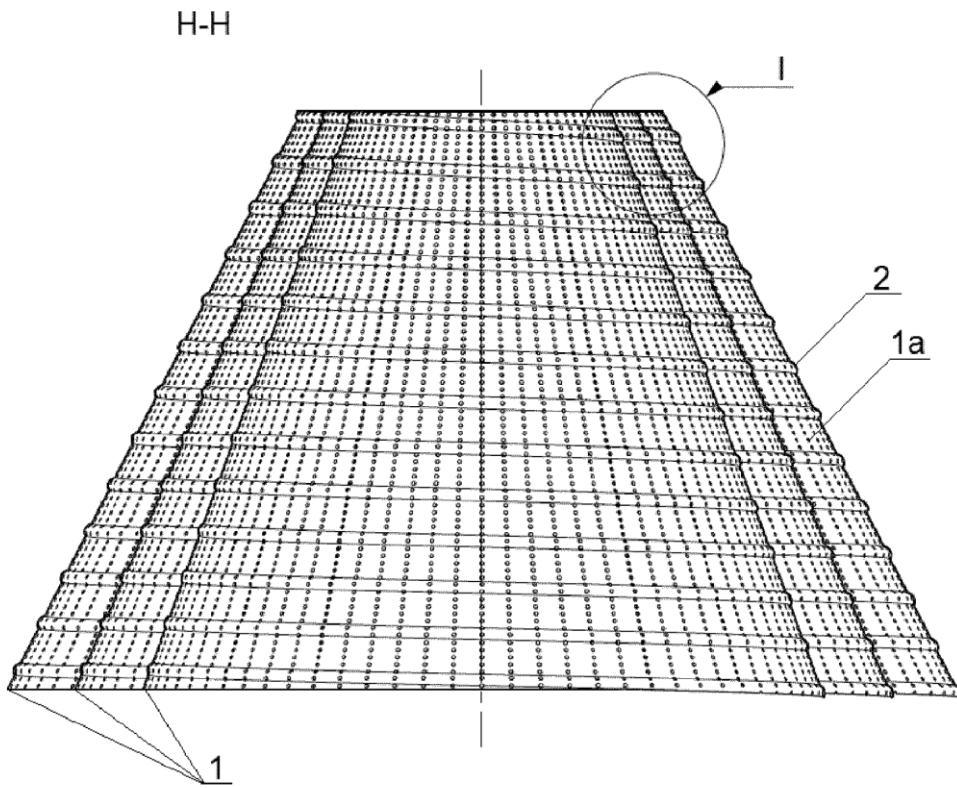


Fig. 20

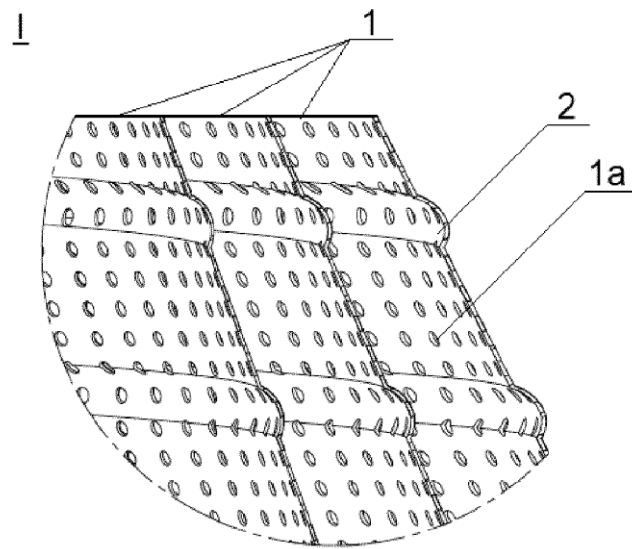


Fig. 21

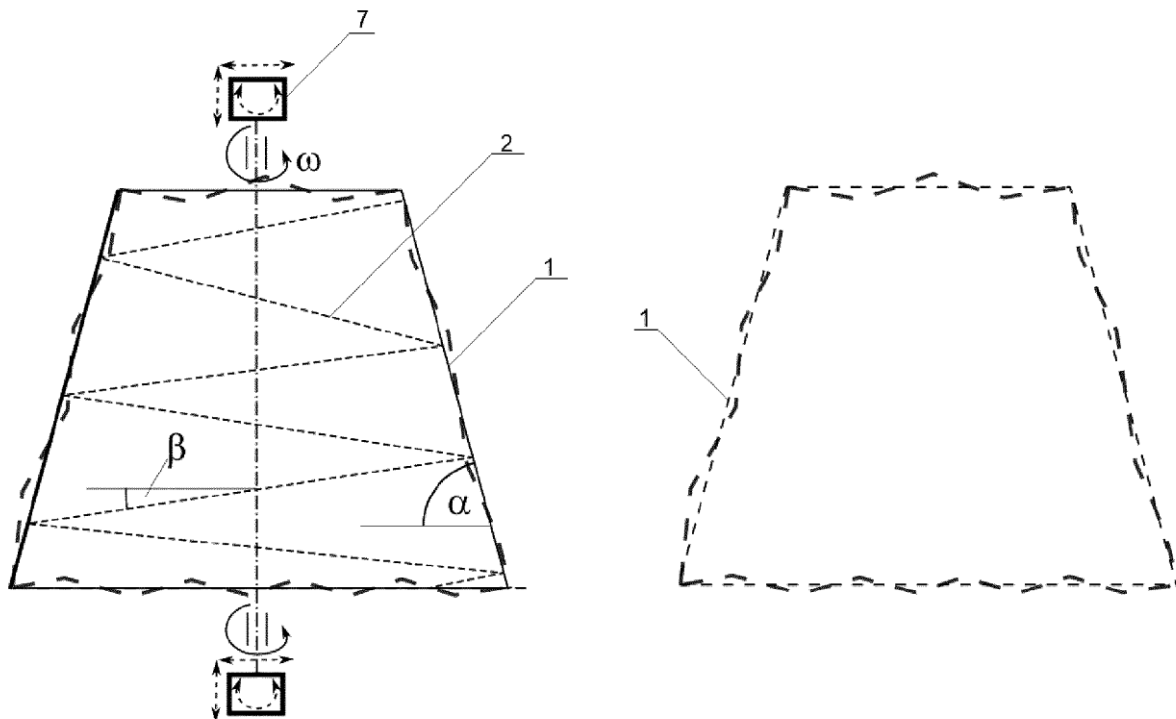


Fig. 22