

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 249127 B1

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **435833**

(22) Data zgłoszenia: **2020.10.30**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.05.02 BUP 18/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2026.03.02 WUP 09/2026**

(51) MKP:

G01N 1/02 (2006.01)

G01N 1/22 (2006.01)

G01N 1/24 (2006.01)

G01N 1/26 (2006.01)

B01D 46/00 (2022.01)

(73) Uprawniony z patentu:

BAK FILIP BOLESŁAW, Koło, PL

KLEJMAN EWA, Warszawa, PL

PLESKACZYŃSKI PAWEŁ ADAM, Poznań, PL

MASZTALERZ KAROL PIOTR,

Nowy Tomyśl, PL

OSIAŁ MAGDALENA ELŻBIETA, Milanówek, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

FILIP BOLESŁAW BAK, Koło, PL

EWA KLEJMAN, Warszawa, PL

PAWEŁ ADAM PLESKACZYŃSKI, Poznań, PL

KAROL PIOTR MASZTALERZ,

Nowy Tomyśl, PL

MAGDALENA ELŻBIETA OSIAŁ, Milanówek, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Aleksandra Wojakiewicz,

Wieliczka, PL

(54) Tytuł:

Urządzenie do pobierania próbek, w szczególności zanieczyszczeń, pyłów i partykulatów atmosferycznych

PL 249127 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do pobierania próbek ciał stałych, cieczy i aerozoli zawartych w powietrzu atmosferycznym. Przykładowym zastosowaniem urządzenia może być pobieranie próbek mikroplastików zawartych w powietrzu atmosferycznym na różnych wysokościach lub zbierania pyłów zawieszonych.

Znane są urządzenia, do pobierania próbek zanieczyszczeń, pyłów i partykulatów atmosferycznych, jednak nie pozwalają one na pobranie kilku osobnych próbek z kilku miejsc i/lub kilku różnych odcinków czasowych (np. na różnych wysokościach). Celem wynalazku jest zatem dostarczenia takiego urządzenia.

Opis zgłoszeniowy US2008229805A1 i opis patentowy US7600439B1 ujawniają przenośne próbki do pobierania próbki atmosferycznej, zawierające jeden wkład na próbkę (kartridż). Wynalazek ujawniony w zgłoszeniu CN110926887A rozwiązuje problem turbulentnego poboru próbki gazu zaburzającego pomiar, ale ujawnia urządzenie do poboru tylko jednej próbki. Podobnie wzór użytkowy CN211753971U, opisujący urządzenie badawcze do badania zanieczyszczeń mikroplastikowych w atmosferze, nie przewiduje pobierania kilku rozdzielnych próbek.

Urządzenie według wynalazku wykorzystuje turbinę do zasysania powietrza atmosferycznego przez odpowiedni kanał, w którym znajduje się kartridż z filtrem wyłapującym ciała stałe oraz cieczę i aerozole zawarte w powietrzu. Wykorzystuje także mechanizm selektora obrotowego do zbierania kilku różnych, niezależnych próbek, np. z różnych miejsc czy wysokości w atmosferze. Urządzenie posiada wymienne kartridże z filtrami do pobierania próbek, dzięki czemu nadaje się do wielokrotnego użytku po wymianie filtrów. Pozwala też na dostosowanie rozmiaru wyłapywanych partykulatów przez zastosowanie filtrów o różnej gęstości.

Dodatkowo próbki mogą być zbierane w różnych odstępach czasu np. podczas lotu stratosferycznego możliwe jest zbieranie próbek na różnych wysokościach lub w przypadku pomiarów stacjonarnych, próbki zbierane mogą być zmieniane w określonych odstępach czasu.

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do pobierania próbek, w szczególności zanieczyszczeń, pyłów i partykulatów atmosferycznych, znamienne tym, że zawiera co najmniej jeden otwór wlotowy powietrza i turbinę ssącą oraz umieszczony pomiędzy nimi nośnik kartridży i mechanizm otwierania kartridży obejmujący: zawory posiadające klapkę zamykającą kartridż oraz łożysko, oraz selektor w kształcie tarczy z wycięciem na łożysko zaworu, przy czym selektor zamocowany jest obrotowo, w taki sposób, że wycięcie tarczy selektora może zmieniać swoje położenie w stosunku do łożysk zaworów, natomiast zawory zamocowane są uchylnie w taki sposób, że w pozycji zamkniętej klapka zaworu zamyka kartridż, a w pozycji otwartej łożysko zaworu wpada w wycięcie w tarczy selektora powodując rozszczepienie kartridża.

Korzystnie turbina ssąca napędzana jest silnikiem turbiny.

Korzystnie nośnik kartridży ma kształt tarczy z otworami na kartridże.

Korzystnie otwory na kartridże rozmieszczone są symetrycznie względem osi prostopadłej do centralnej części nośnika.

Korzystnie selektor napędzany jest za pomocą silnika selektora.

Korzystnie urządzenie zawiera procesor do sterowania turbiną i selektorem.

Korzystnie procesor umieszczony jest w przedziale oddzielonym ścianą grodziową od reszty urządzenia.

Korzystnie urządzenie wyposażone jest w czujniki otwarcia zaworów, korzystnie mikroprzełącznik krańcowy.

Korzystnie urządzenie obejmuje kartridże z filtrami umieszczone w nośniku kartridży.

Turbina ssąca umieszczona w obudowie zewnętrznej powoduje przepływ powietrza przez jeden z kartridży. Wybór odpowiedniego kartridża dokonywany jest za pomocą mechanizmu selektora obrotowego. Zawarte, w powietrzu partykulatory są zatrzymywane przez filtry znajdujące się w kartridżach. W jednej chwili selektor obrotowy pozwala na otwarcie tylko jednego kartridża. Dzięki temu pozostałe kartridże pozostają szczelnie zamknięte przed i po zebraniu próbek. Uszczelnienie kartridży zapewniane jest przez zawory.

Potencjalne zastosowania urządzenia to:

- 1) Pobór próbek stałych np. mikroplastików, pyłów zawieszonych, ciał stałych pochodzenia naturalnego oraz sztucznego – zawartych w powietrzu,

- 2) Pobór próbek pyłu na różnych wysokościach w atmosferze np. po erupcjach wulkanów (przy użyciu jednego urządzenia można sprawdzić zawartość pyłu np. na 8 różnych wysokościach lub w 8 miejscach).
- 3) Badanie stężeń partykulatów o różnych rozmiarach w jednej lokalizacji (przy użyciu 8 różnych kartridży z filtrami o różnej frakcji wyłapywanych zanieczyszczeń) – ilość kartridży może być zmieniana.

Urządzenie zostanie teraz przedstawione w przykładzie wykonania, z odniesieniem do rysunku, którego poszczególne figury pokazują:

- Fig. 1 – obudowa urządzenia 1,
- Fig. 2 – pokrywa urządzenia 2,
- Fig. 3 – turbina ssąca 3,
- Fig. 4 – pokrywa turbiny ssącej 4,
- Fig. 5 – rozdzielacz powietrza 5,
- Fig. 6 – pokrywa kartridży 6,
- Fig. 7 – adapter 7,
- Fig. 8 – selektor 8,
- Fig. 9 – nośnik kartridży 9,
- Fig. 10 – zawór 10,
- Fig. 11 – pokrywa zaworów 11,
- Fig. 12 – przedział z elektroniką sterującą 12,
- Fig. 13 – widok złożonego urządzenia z zewnątrz,
- Fig. 14 – złożone urządzenie w przekroju,
- Fig. 15 – zdjęcie prototypu ze zdjętą pokrywą zaworów.

Przykładowe urządzenie składa się z następujących elementów:

- Obudowa zewnętrzna (1), służąca do mocowania komponentów wewnętrznych oraz utrzymania szczelności całego urządzenia. Obudowa ta może być wykonana z tworzyw sztucznych, kompozytów lub metalu. Może być odlana z formy lub wydrukowana technologią druku 3D. Dopuszczalne też jest frezowanie elementu przy użyciu 5-osiowej maszyny CNC.
- Pokrywa urządzenia (Fig. 2), pełniąca rolę punktu mocowania silnika turbiny. Pokrywa urządzenia służy także do uszczelnienia górnej części urządzenia oraz jest punktem mocowania balonu stratosferycznego. Analogicznie do obudowy może być wykonana z tworzyw sztucznych, kompozytów lub metalu. Element ten może być odlany z formy lub wydrukowany technologią druku 3D. Dopuszczalne też jest frezowanie elementu przy użyciu 5-osiowej maszyny CNC (ang. *Computerized Numerical Control*).
- Turbina ssąca (Fig. 3), służąca do wymuszenia przepływu powietrza przez aktualnie rozszczelniony kartridż.
- Pokrywa turbiny ssącej (fig. 4).
- Rozdzielacz powietrza (fig. 5) – elementu rozdzielającego powietrze.
- Pokrywa kartridży (fig. 6).
- Adapter (fig. 7) mocujący silnik selektora próbek.
- Selektor (fig. 8) w kształcie tarczy z wycięciem na łożysko zaworu, które pozwala na jego otwarcie i zamknięcie, czego skutkiem jest umożliwienie przepływu powietrza przez dany kartridż.
- Nośnik kartridży (fig. 9), posiadający punkty montażowe dla zaworów, adaptera silnika (Fig. 7), silnika z przekładnią oraz tarczy selektora (Fig. 8).
- Zawory (fig. 10) działające na zasadzie dźwigni, których otwarcie następuje, gdy wycięcie selektora znajdzie się pod łożyskiem zaworu. Otwarcie jest wymuszone przez sprężynę ściągającą.
- Pokrywa zaworów (fig. 11), która stanowi ścianę grodziową między wcześniejszymi komponentami a przedziałem z elektroniką. Pokrywa zaworów, posiada także czujnik otwarcia każdego z 8 zaworów (mikroprzełącznik krańcowy). Pokrywa zaworów może być wykonana jako zespół dwóch połączonych ze sobą, np. za pomocą 8 śrub M4.
- Przedział z elektroniką (fig. 12), który przechowuje całą elektronikę sterującą oraz akumulatory.

W obudowie urządzenia znajdują się kolejno: silnik turbiny, turbina ssąca 3, pokrywa turbiny 4, rozdzielacz powietrza 5, pokrywa kartridży 6, nośnik kartridży 9, selektor 8 oraz zawory 10. W centralnej

części rozdzielacza powietrza 5, pokrywy kartridży 6 oraz nośnika kartridży 9 znajduje się otwór na adapter 7 silnika selektora. Górna część obudowy 1 przykryta jest pokrywą urządzenia 2, natomiast od dołu obudowę zamyka pokrywa zaworów 11. Występy i wycięcia na obwodzie pokrywy zaworów 11 tworzą otwory wlotowe. Do pokrywy zaworów 11 przymocowany jest przedział z elektroniką 12, w którym znajduje się układ mikroprocesorów sterujący urządzeniem oraz akumulatory.

Prototyp urządzenia wykonano w technologii druku 3D FDM (ang. *Fused Deposition Modeling*) z polilaktydu (PLA). Do obracania turbiny 3 wykorzystano silnik bezszczotkowy o oznaczeniu A2212 1400kV. Kartridże na filtry wykonano z metalu. Do obracania mechanizmem selektora obrotowego 8 wykorzystano silnik elektryczny DC z reduktorem. Mechanizm uszczelniania kartridży wykonano z drukowanych w 3D zaworów z materiału PLA, do których przymocowano piankę uszczelniającą. Tarcza selektora 8 jest obrotowa oraz posiada wycięcie, które umożliwia otwarcie konkretnego zaworu 10. Otwarcie zaworu jest wymuszone przez sprężynę ściągającą. Urządzenie zostało przetestowane pod kątem wyłapywania ciał stałych z powietrza, w tym mikroplastików, pyłów zawieszonych cząstek stałych pochodzenia naturalnego.

Pobranie próbek za pomocą urządzenia odbywa się w następujących krokach:

- Robot wynoszony przez balon stratosferyczny (meteorologiczny) uruchamia turbinę ssącą 3 opisaną we wniosku patentowym oraz otwiera jeden z dostępnych kartridży przypisanych do danej wysokości. Selektor 8 w tym czasie znajduje się na swojej pozycji jałowej: takiej, w której wszystkie zawory 10 są zamknięte,
- Otwarcie kartridżu następuje przez obrót tarczy selektora 8. Łożysko umieszczone na tym zaworze 10, który ma być otwarty, wpada w wycięcie w tarczy selektora powodując rozszczelnienie kartridża.
- Rozszczelnienie kartridża umożliwia przepływ powietrza, który jest wymuszany działaniem turbiny ssącej 3.
- W taki sposób następuje pobranie próbek do badań (aerozoli, cząstek zwanych partykulatami itd.). Pobrane próbki będące przedmiotem badania osadzają się na filtrze zawartym w kartridżu,
- Pobór powietrza zawierającego próbki do późniejszej analizy do wnętrza kartridża trwa do momentu, gdy robot znajdzie się blisko wysokości przypisanej do następnego kartridża. Zbliżając się do określonej wysokości turbina ssąca 3 wyłącza się w celu ochłodzenia silnika. Gdy silnik się ochłodzi turbina 3 zostaje uruchomiona ponownie, a tarcza selektora 8 zmienia swoje położenie do kolejnego zaworu 10 z przypisanym do niego kartridżem.
- Po osiągnięciu granicznej wysokości, na której balon meteorologiczny pęka, komputer pokładowy wykrywa spadek wysokości, po którym obraca tarczę selektora 8 na pozycję jałową, gdzie wszystkie zawory 10 są zamknięte. W ten sposób uruchomiona jest procedura spadania/ładowania.
- Robot spada na spadochronie, który został otwarty w chwili pęknięcia balonu stratosferycznego wynoszącego robota w górę.
- Podczas spadania wyłączone są systemy mechaniki tj. Turbina 3 i selektor 8. Na etapie spadania działa zatem już tylko komputer pokładowy, który wykrywa, że robot wylądował i na podstawie swojej lokalizacji wysyła współrzędne lokalizacyjne wysyła SMS (przed moduł komunikacji GSM).
- Układ może być zabezpieczony przed porwaniem przez podmuch wiatru skutkujący przeniesieniem na inną pozycję lub zabraniem przez osobę trzecią.
- Po przesłaniu lokalizacji wszystkie czujniki i inne podzespoły komputera pokładowego oprócz akcelerometru (śledzącego czy pozycja nie ulega zmianie) zostają uśpione.
- Po wylądowaniu robota i odzyskaniu go kartridże zostają wyjęte i wraz z filtrami, w celu przeprowadzenia analiz.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do pobierania próbek, w szczególności zanieczyszczeń, pyłów i partykulatów atmosferycznych, **znamiennie tym**, że zawiera co najmniej jeden otwór wlotowy powietrza i turbinę ssącą (3) oraz umieszczony pomiędzy nimi nośnik kartridży (9) i mechanizm otwierania kartridży obejmujący:

- zawory (10) posiadające klapkę zamykającą kartridż oraz łożysko, oraz
 - selektor (8) w kształcie tarczy, z wycięciem na łożysko zaworu, przy czym selektor (8) zamocowany jest obrotowo, w taki sposób, że wycięcie tarczy selektora może zmieniać swoje położenie w stosunku do łożysk zaworów (10), natomiast zawory (10) zamocowane są uchylnie w taki sposób, że w pozycji zamkniętej klapka zaworu (10) zamyka kartridż, a w pozycji otwartej łożysko zaworu (10) wpada w wydęcie w tarczy selektora (8), powodując rozszczelnienie kartridża.
2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamienne tym**, że turbina ssąca (3) napędzana jest silnikiem turbiny ssącej (3).
 3. Urządzenie według zastrz. 1 albo 2, **znamienne tym**, że nośnik kartridży (9) ma kształt tarczy z otworami na kartridże.
 4. Urządzenie według zastrz. 3, **znamienne tym**, że otwory na kartridże rozmieszczone są symetrycznie względem osi prostopadłej do centralnej części nośnika kartridży (9).
 5. Urządzenie według, dowolnego z zastrz. od 1 do 4, **znamienne tym**, że selektor (8) napędzany jest za pomocą silnika selektora.
 6. Urządzenie według dowolnego z zastrz. od 1 do 5, **znamienne tym**, że zawiera procesor do sterowania turbiną ssącą (3) i selektorem (8).
 7. Urządzenie według zastrz. 6, **znamienne tym**, że procesor umieszczony jest w przedziale (12) oddzielonym ścianą grodziową od reszty urządzenia.
 8. Urządzenie według dowolnego z zastrz. od 1 do, 7, **znamienne tym**, że wyposażone jest w czujniki otwarcia zaworów, korzystnie mikroprzełącznik krańcowy.
 9. Urządzenie według dowolnego z zastrz. od 1 do 8, **znamienne tym**, że obejmuje kartridże z filtrami umieszczone w nośniku kartridży (9).

Rysunki

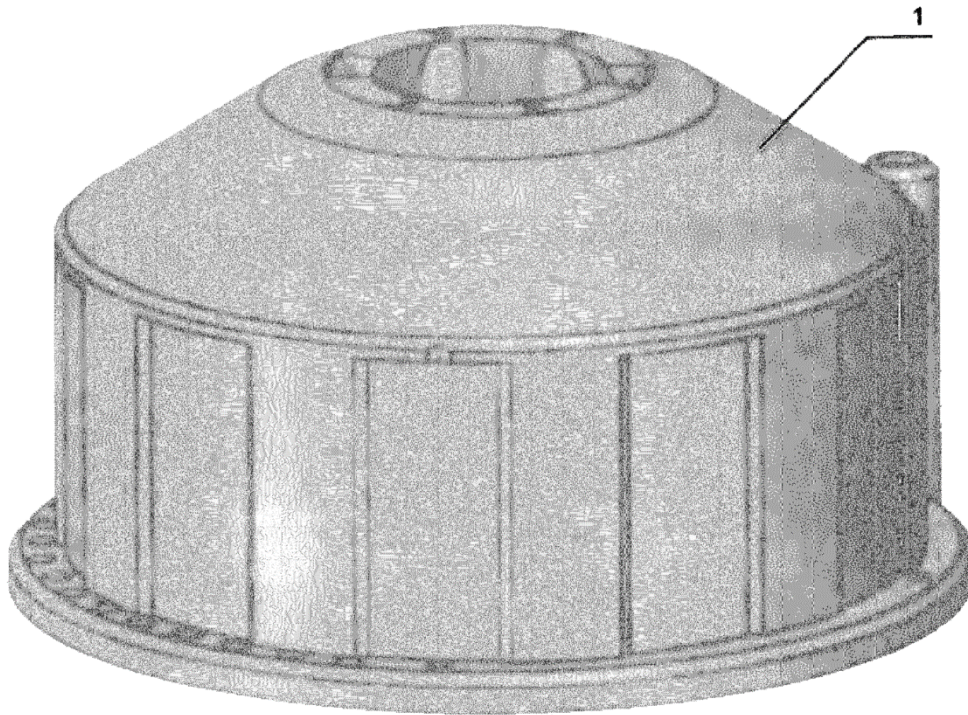


Fig. 1

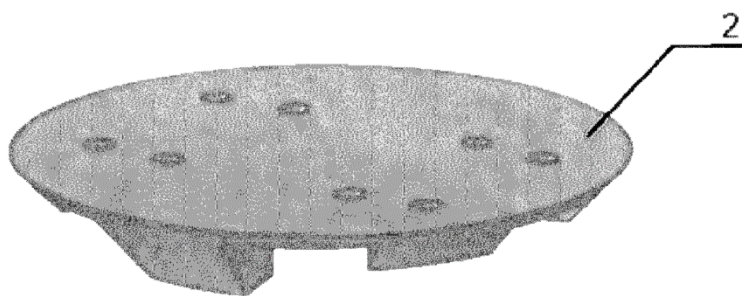


Fig. 2

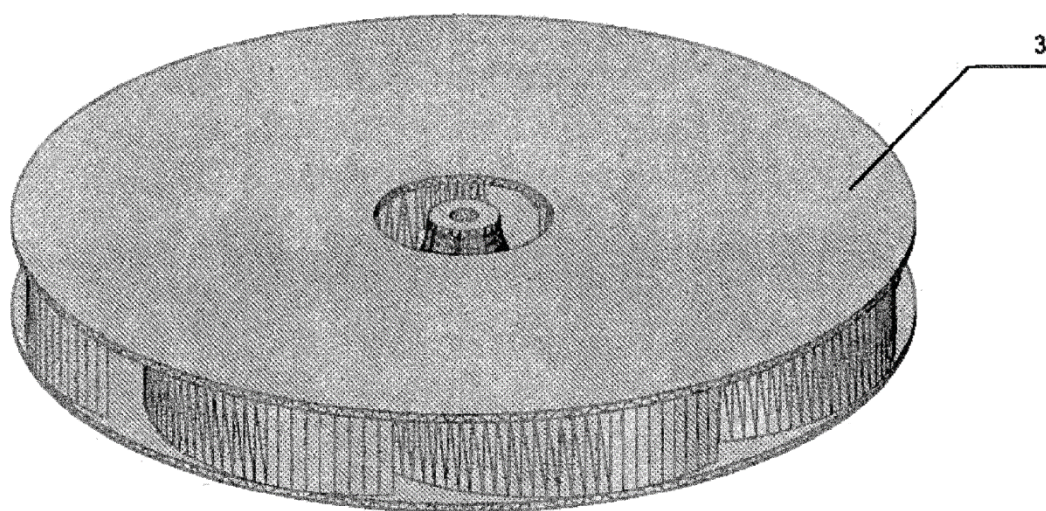


Fig. 3

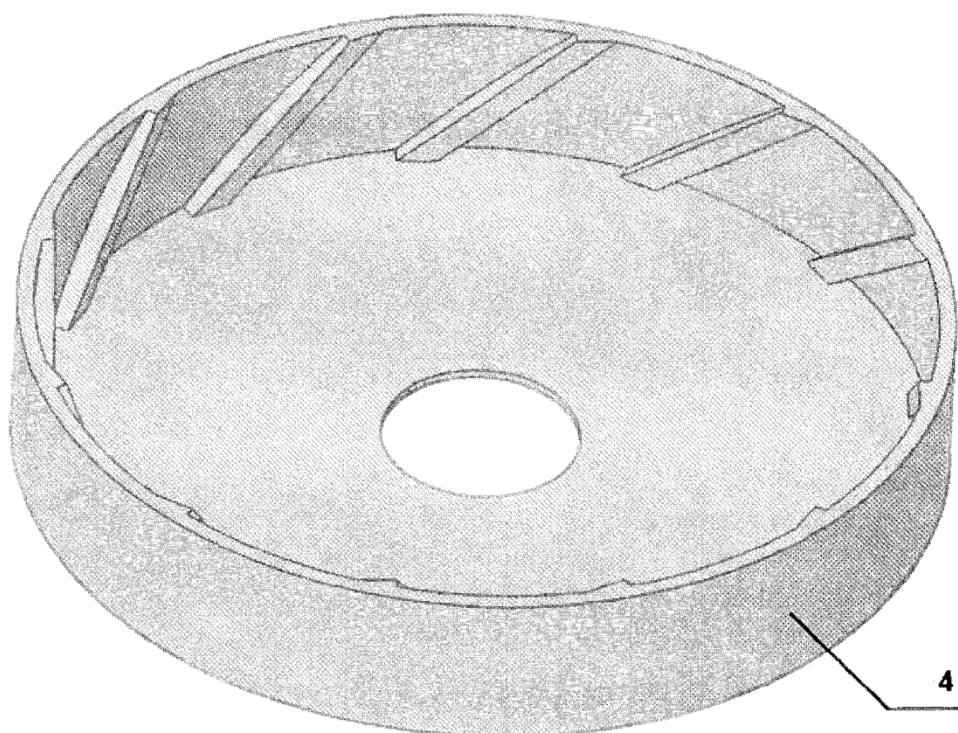


Fig. 4

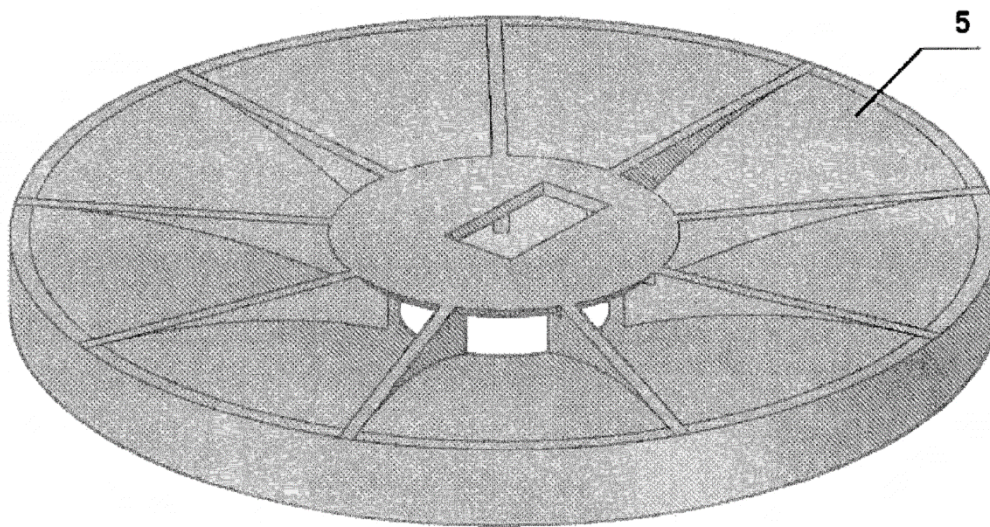


Fig. 5

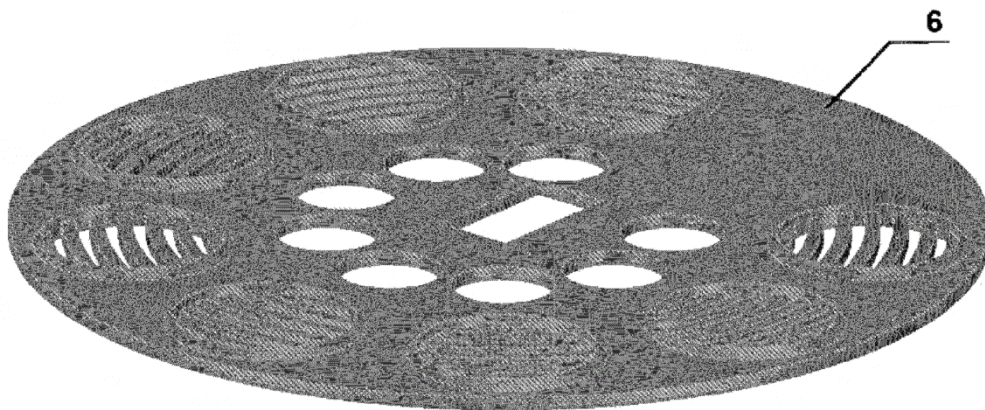


Fig. 6

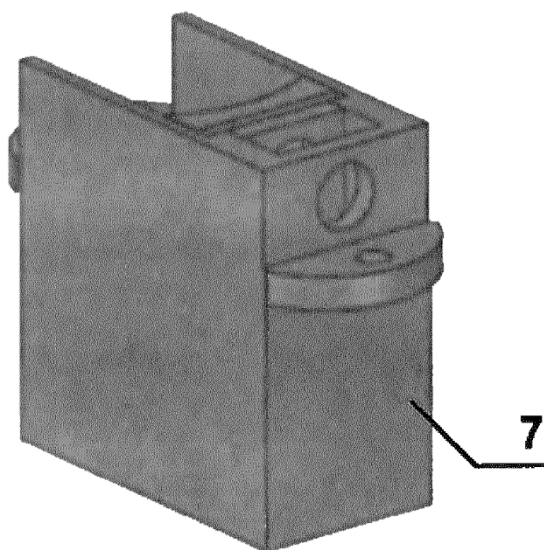


Fig. 7

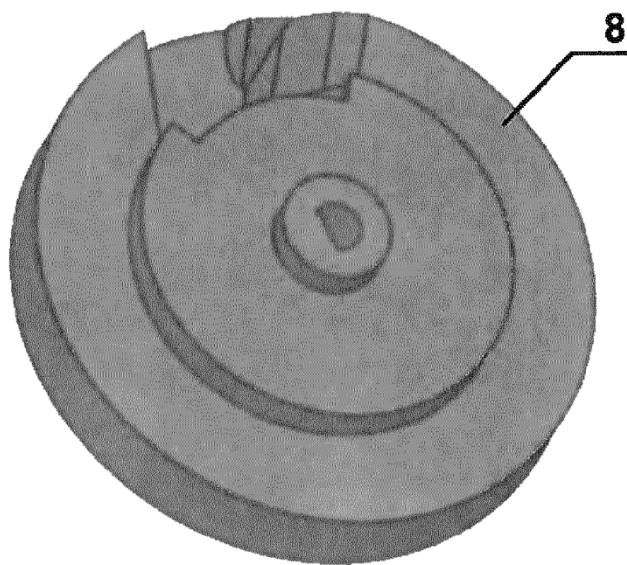


Fig. 8

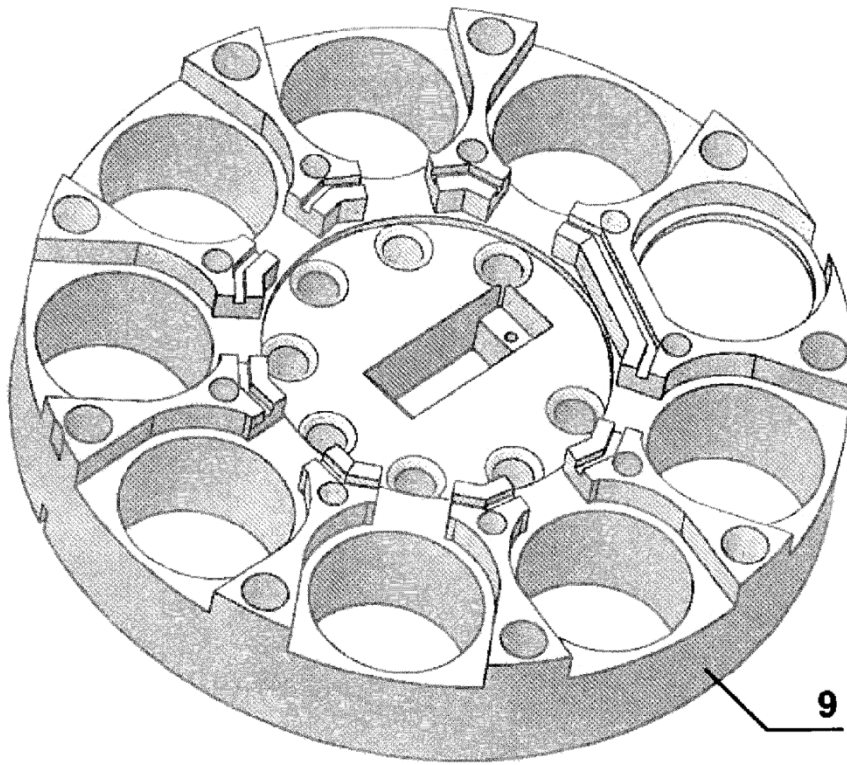


Fig. 9

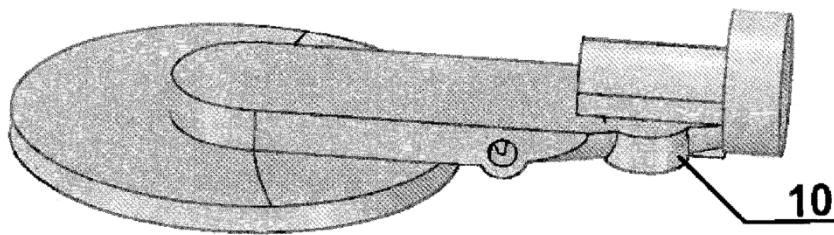


Fig. 10

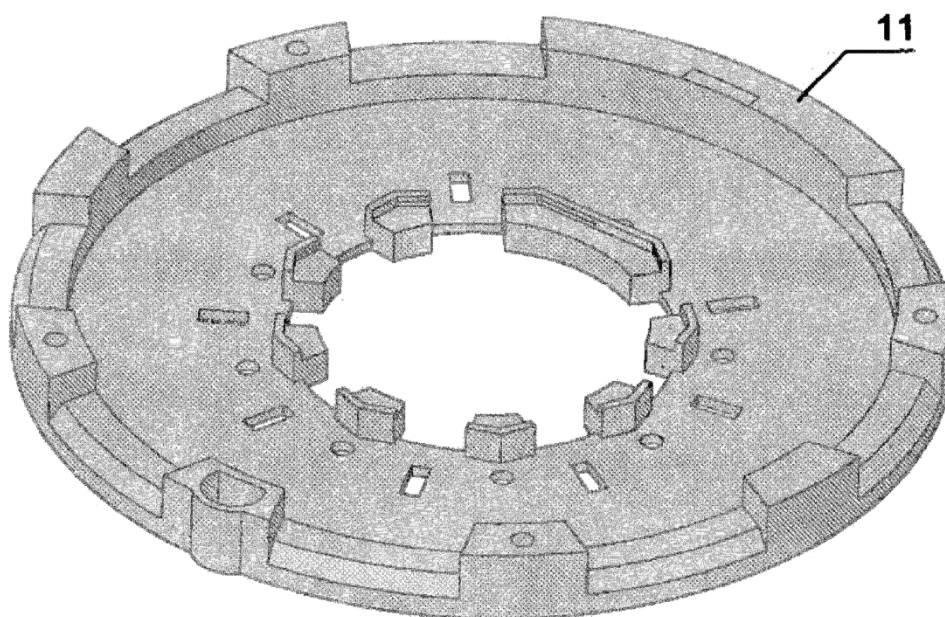


Fig. 11

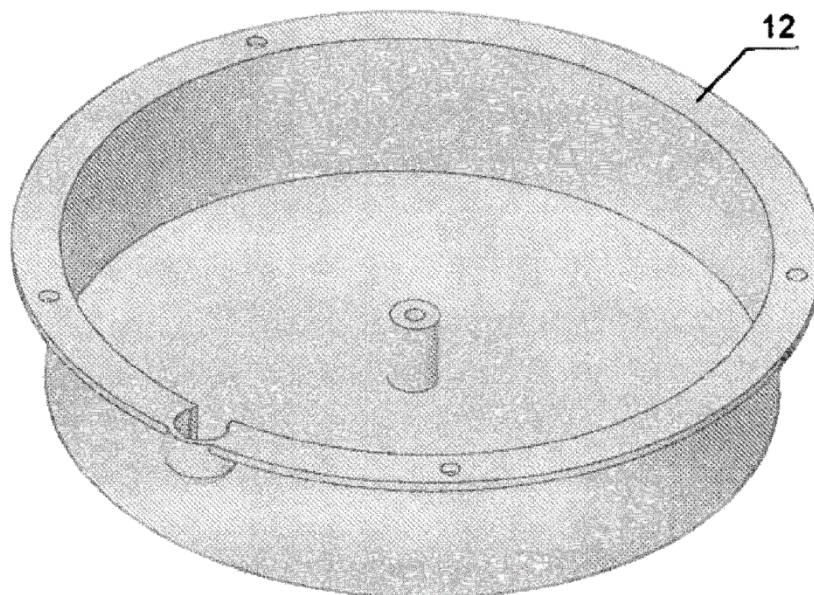


Fig. 12

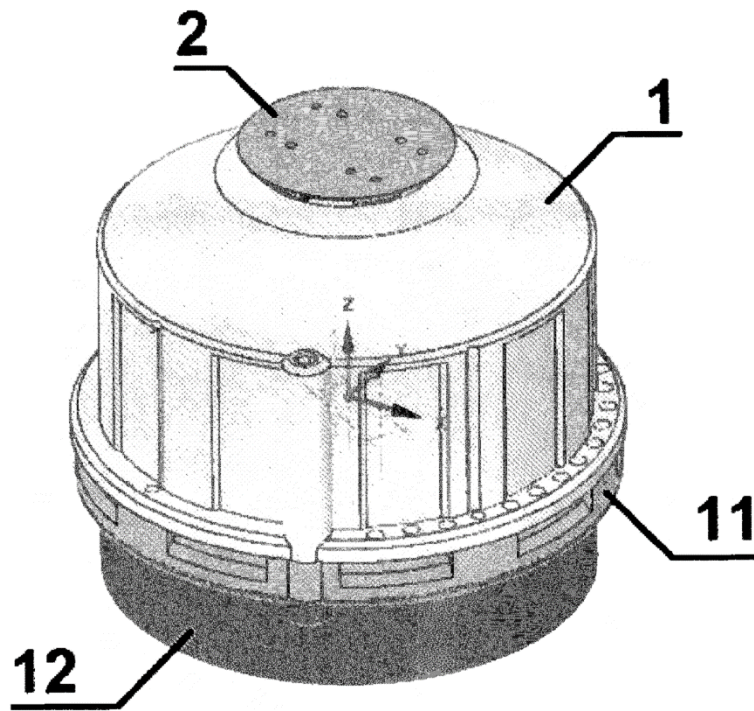


Fig. 13

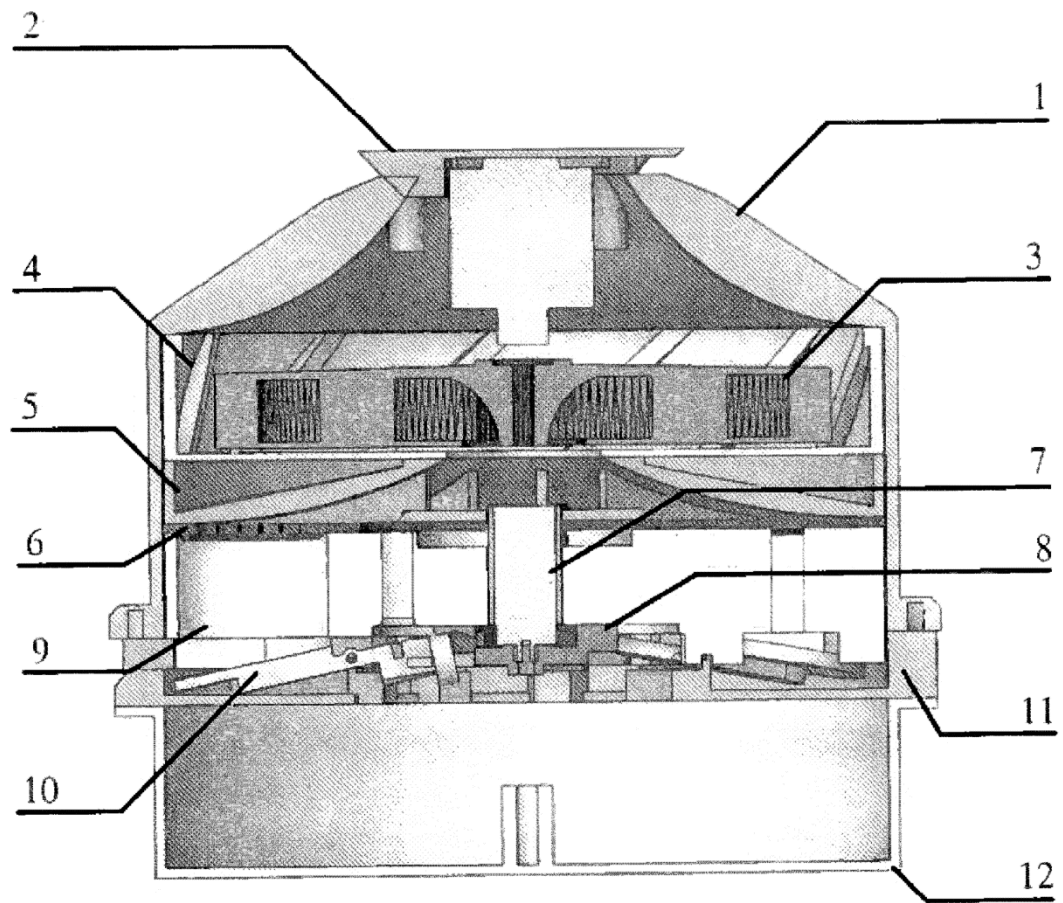


Fig. 14

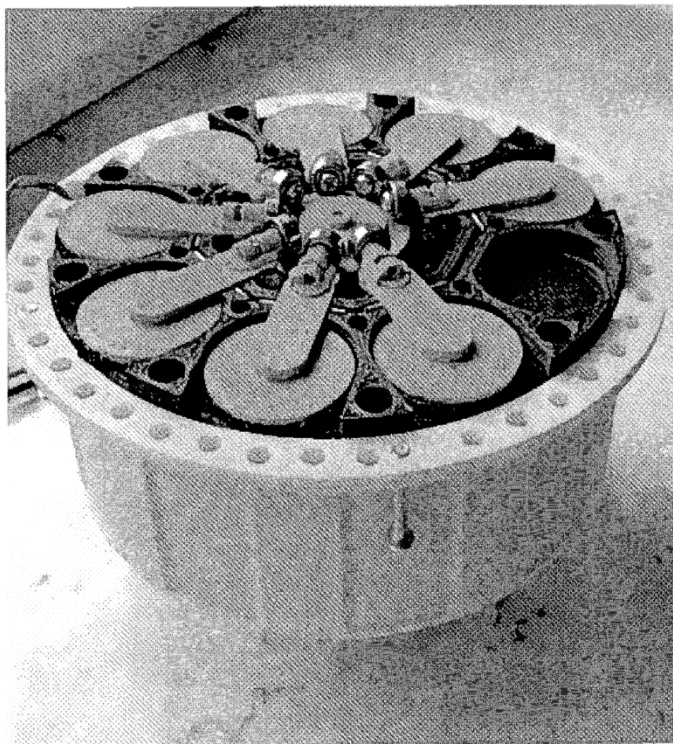


Fig. 15