(19) URZĄD PATENTOWY RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

(10) **PL 246302 B1**

(12) # Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **444159**
(22) Data zgłoszenia: **2023.03.22**
(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2024.09.23 BUP 39/2024**
(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.12.30 WUP 53/2024**

(51) MKP:
G01N 1/18 *(2006.01)*
G01N 1/34 *(2006.01)*
G01N 1/40 *(2006.01)*
G01N 33/18 *(2006.01)*
G01N 33/24 *(2006.01)*
B29B 17/02 *(2006.01)*

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA RZESZOWSKA IM. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA, Rzeszów, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:
RENATA GRUCA-ROKOSZ, Rzeszów, PL
MAKSYMILIAN CIEŚLA, Rzeszów, PL
WOJCIECH STROJNY, Łukawiec, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Ilona Szuba, Rzeszów, PL

(54) Tytuł:
Urządzenie do separacji mikroplastiku

PL 246302 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do separacji mikroplastiku z próbek środowiskowych, zwłaszcza próbek wód powierzchniowych, gleby, osadów dennych lub ścieków.

W ostatnich latach stale rośnie zainteresowanie tematem mikrozanieczyszczeń w środowisku, zwłaszcza zanieczyszczenia mikroplastikami, które stanowią cząsteczki tworzyw sztucznych o średnicy co najwyżej 5 mm. Dotychczas udowodniono obecność mikroplastiku w wodach słodkich, środowiskach morskich, wewnątrz tkanek zwierząt, jak również w organizmie człowieka. Stale poszukiwane są główne źródła emisji mikroplastików do środowiska, badany jest ich wpływ na organizmy żywe oraz mechanizm degradacji. Uzyskiwanie wiarygodnych wyników badań wymaga jednak opracowania powtarzalnych i wiarygodnych sposobów separacji i oznaczania mikroplastików. Wieloetapowe przygotowanie próbek środowiskowych do analizy, a co za tym idzie konieczność przenoszenia materiału pomiędzy urządzeniami i naczyniami podczas prowadzenia analizy, obarczone jest błędem straty i zanieczyszczenia próbki. Materiały pobrane ze środowiska, zwłaszcza próbki gleby, wód powierzchniowych i osadów dennych, prawie zawsze wymagają odpowiedniej preparacji przed analizą. Powoduje to, że ciągle poszukiwane są rozwiązania upraszczające analizę i zwiększające jej dokładność. Znaczenie ma również efektywność kosztowa, czyli zużycie odczynników oraz koszt samych urządzeń.

Znany, ze stosowania, jest separator mikroplastiku z próbek – Microplastic Sediment Separator MPSS, opracowany przez przedsiębiorstwo HYDRO-BIOS, który oddziela cząstki mikroplastiku w zakresie wymiarów od 1 mm do 1 µm, zaś jego deklarowana sprawność wynosi od 95,5 do 100%. Konstrukcja tego znanego separatora pozwala na przetwarzanie próbek o objętości co najwyżej 6 l. Ma on wbudowane sterowane elektronicznie mieszadło oraz zintegrowany w górnej części stalowy lejek. Ten znany separator, do swojej pracy, potrzebuje jednak, znacznych ilości soli, co podnosi znacznie koszty jego eksploatacji, zaś jego materiał konstrukcyjny wyklucza preparowanie chemiczne próbki w zbiorniku, ponieważ stal, również stal nierdzewna, nie jest odporna na roztwory zasad i silnych utleniaczy.

Ze stosowania znana jest również centryfuga szybkoobrotowa Sorvall LYNX 6000 z rotorem przepływowym TCF-20, która wykorzystywana jest również do separacji mikroplastików. Umożliwia ona prowadzenie analizy dużych objętości próbek, ze sprawnością separacji dla niektórych tworzyw sięgającą od 95 do 99%, jednak jej użycie jest skomplikowane.

Znane jest również, ze stosowania, urządzenie KC Denmark AS – Micro Plastic Particile Pump, które działa na zasadzie filtra wielopoziomowego. Układ sit w tym urządzeniu zatrzymuje zawieszone w wodzie cząsteczki, przy czym najdrobniejsze sito ma rozmiar oczka 50 mikrometrów, zaś rozmiar użytego sita ogranicza dolny wymiar cząstek. To znane urządzenie zawiera pompę, która dokładnie odmierza poddaną filtracji ilość wody i umożliwia ono filtrację próbek wód powierzchniowych pobranych bezpośrednio ze środowiska. Użycie tego znanego urządzenia powoduje, że wraz z mikroplastikami na sitach zatrzymywana jest cała materia zawieszona, co może utrudniać dalszą analizę próbek.

Z opisu zgłoszeniowego wzoru użytkowego PL107367U1 znany jest separator densytometryczny, który przeznaczony jest do rozdzielania materiałów stałych z zastosowaniem cieczy. Składa się on z naczynia oraz umieszczonego w nim pojemnika, o perforacji dostosowanej do ziarnistości rozdzielanego materiału. Naczynie hermetyzowane jest za pomocą pokrywy, która jest gwintowana od wewnątrz i posiada uszczelnienie oraz uchwyt. Ten znany separator przeznaczony jest do rozdzielania niewielkich ilości mieszanin materiałów o różnej gęstości, nie umożliwia on jednak wydzielania z próbek mikroplastików.

Z opisu patentowego PL194472B1 znany jest separator, zwłaszcza do oddzielania zawiesin olejowych i substancji ropopochodnych od wody, składający się ze zbiornika separatora, pokrywy, pływaka kaskadowego oraz czerpaka olejowego. Pływak kaskadowy od jednej zewnętrznej strony czołowej ma czerpak olejowy, zaś po przeciwnej stronie wyprowadzone promieniowo lub kątowo ukształtowane zaczepy skierowane ku górze, na których swobodnie zawieszona jest przesłona otworu wpływowego w obudowie. Z czerpaka olejowego wyprowadzona jest rurka wysysająca olej, trwale związana z pokrywą obudowy w taki sposób, że tworzy się przestrzeń wpływowa utworzona pomiędzy powierzchnią czołową pływaka kaskadowego a wewnętrzną powierzchnią obudowy. Czerpak olejowy ma osłonę, której dolna krawędź jest poniżej górnej krawędzi czerpaka, zaś górna krawędź jest powyżej lustra oleju. Pływak kaskadowy od strony zaczepów ma osłonę czołową, na której górna krawędź jest powyżej lustra oleju. Otwór wpływowy ma obrzeża z wywiniętej blachy z obwodem stanowiącym płaszczyznę przylgową, współpracującą z przesłoną. Pływak kaskadowy ma w dolnej części balast, zaś najniższe jego położenie określa ogranicznik trwale związany z dnem obudowy.

Z opisu zgłoszeniowego wynalazku GB2582042A znane jest urządzenie do oddzielania mikrodrobin plastiku od ścieków, które zawiera komorę z wlotem stycznie połączonym z częścią komory o przekroju kołowym oraz co najmniej jedno sito. Natomiast z opisu zgłoszeniowego wynalazku RO134207A2 znany jest elektrostatyczny separator cząstek mikroplastiku, który zawiera generator wysokiego napięcia wytwarzający intensywne pole elektrostatyczne elektryzujące próbkę mieszaniny osadów, cylinder separacyjny, do którego wprowadzana jest pobrana próbka oraz ze źródła zasilania, zwłaszcza z akumulatora pomocniczego. Cylinder separacyjny złożony jest z dwóch rozłącznych części, pomiędzy którymi znajduje się wspornik dla elektrod oraz z pręta, który, dzięki indukcji elektrostatycznej, służy do usuwania osadów poprzez szczelinę boczną. Cząsteczki mikroplastików, które znajdują się na platformie obróconej o 180°, tracą swój stan naelektryzowania z powodu zmiennego pola elektrycznego i pod wpływem grawitacji odrywają się od niej i mogą być odzyskane i oznaczone ilościowo.

Celem wynalazku jest opracowanie nowego urządzenia do separacji mikroplastiku, które umożliwi wykonywanie w nim trawienia chemicznego oraz pozwoli na eliminację problemu przenoszenia próbek między naczyniami, który wpływa na wydajność separacji.

Urządzenie do separacji mikroplastiku zawierające walcowatą komorę, według wynalazku charakteryzuje się tym, że komora jest dwudzielna, przy czym jej dolna część jest od góry zamknięta płytą górną z pierwszym otworem przelotowym, zaś górna część komory jest od dołu zamknięta płytą dolną z drugim otworem przelotowym, a ponadto do płyty górnej, od strony dolnej części komory zamocowany jest lejek, przy czym w płycie górnej, nad lejkiem jest trzeci otwór przelotowy, a ponadto płyta górna z górną częścią komory jest przesuwna względem płyty dolnej.

Korzystnie w komorze umieszczone jest mieszadło mechaniczne, które poprowadzone jest przez pierwszy otwór przelotowy w płycie górnej i przez drugi otwór przelotowy w płycie dolnej, zaś górna część komory, po stronie przeciwnej do płyty dolnej, ma szyję ze szlifem wewnętrznym do umieszczania w niej korka z zaworem, przy czym do przeciwnej do łączenia z szyją stronie korka zamocowany jest elastyczny przewód łączący do łączenia z pompą próżniową, przy czym korek jest szklany, zaś korek ma zawór szklany albo zawór teflonowy.

Dalsze korzyści uzyskiwane są, jeżeli w dolnej części komory jest mieszadło magnetyczne, przy czym stosunek średnicy komory do pierwszej wysokości jej dolnej części ma wartość z przedziału od 1 : 2 do 1 : 6, a ponadto stosunek drugiej wysokości górnej części komory do pierwszej wysokości dolnej części komory ma wartość z przedziału od 1 : 2 do 1 : 5.

Kolejne korzyści uzyskiwane są, jeśli średnica otworu wlotowego lejka jest równa średnicy komory, przy czym średnica komory ma wielkość od 18 do 65 mm, przy czym komora jest ze szkła, a ponadto lejek jest ze szkła, zaś średnica pierwszego otworu przelotowego płyty górnej lub średnica drugiego otworu przelotowego płyty dolnej lub średnica trzeciego otworu przelotowego lejka jest równa średnicy komory.

Korzystnie pomiędzy płytą górną a płytą dolną jest warstwa smaru albo warstwa gęstego oleju, przy czym ma ono pojemność z zakresu od 70 do 1000 cm^3.

Nowe urządzenie do separacji mikroplastiku, według wynalazku, przeznaczone jest do preparowania próbek środowiskowych, zwłaszcza próbek wód powierzchniowych, gleby, osadów dennych, ścieków oraz do ekstrakcji z nich mikroplastików. Jego konstrukcja umożliwia prowadzenia bezpośrednio w komorze separatora trawienia chemicznego oraz sonifikacji, dzięki czemu pomija się etap przenoszenia próbek pomiędzy naczyniami, co zwiększa ostateczną wydajność separacji i ułatwia jej proces. Brak zaworów oraz gładka powierzchnia wewnętrzna komory ułatwia grawitacyjne wypływanie mikroplastików na powierzchnie cieczy rozdzielającej. To nowe urządzenie przeznaczone jest do wykorzystania zwłaszcza w laboratoriach oraz jednostkach monitorujących zanieczyszczenie środowiska.

Przedmiot wynalazku, w przykładach wykonania, został przedstawiony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia urządzenie do separacji mikroplastiku w widoku z boku, fig. 2 – urządzenie do separacji mikroplastiku z mieszadłem mechanicznym w widoku z boku, fig. 3 – urządzenie do separacji mikroplastiku z mieszadłem magnetycznym w widoku z boku, fig. 4 – drugi etap sposobu separacji mikroplastików z wykorzystaniem urządzenia do separacji mikroplastiku, fig. 5 – trzeci etap sposobu separacji mikroplastików, fig. 6 – czwarty etap sposobu separacji mikroplastików z wykorzystaniem urządzenia do separacji mikroplastiku, fig. 7 – piąty etap sposobu separacji mikroplastików z wykorzystaniem urządzenia do separacji mikroplastiku, fig. 8 – szósty etap sposobu separacji mikroplastików z wykorzystaniem urządzenia do separacji mikroplastiku, fig. 9 – siódmy etap sposobu separacji mikroplastików z wykorzystaniem urządzenia do separacji mikroplastiku, fig. 10–12 – ósmy etap sposobu separacji mikroplastików z wykorzystaniem urządzenia do separacji mikroplastiku, fig. 13–16 – dziewiąty etap sposobu

separacji mikroplastików z wykorzystaniem urządzenia do separacji mikroplastiku, natomiast fig. 17 – dziesiąty etap sposobu separacji mikroplastików z wykorzystaniem urządzenia do separacji mikroplastiku.

Urządzenie do separacji mikroplastiku, według wynalazku, w pierwszym przykładzie wykonania zawiera walcowatą komorę 1, która jest dwudzielna i składa się z dolnej części 1a, w której możliwe jest chemiczne preparowanie próbki oraz sonifikacja i górnej części 1b. Dolna część 1a jest od góry zamknięta płytą górną 2 z pierwszym otworem przelotowym, zaś górna część 1b jest od dołu zamknięta płytą dolną 3 z drugim otworem przelotowym, przy czym średnice otworów przelotowych są równe średnicy D komory 1. Płyta dolna 3 wraz z górną częścią 1b komory 1 jest przesuwna względem płyty górnej 2, przy czym pomiędzy płytami 2, 3 jest warstwa smaru. Do płyty górnej 2, od strony dolnej części 1a komory 1 zamocowany jest lejek 4, nad którym, w płycie górnej 2 jest trzeci otwór przelotowy, którego średnica jest równa średnicy części stożkowej lejka 4. Lejek 4 umożliwia przeniesienie próbki z górnej części 1b komory do odbiornika. Stosunek średnicy D komory 1 do pierwszej wysokości H jej dolnej części 1a wynosi 1 : 2, przy czym średnica D komory 1 ma wielkość 18 mm. Stosunek drugiej wysokości h jej górnej części 1b do pierwszej wysokości H jej dolnej części 1a wynosi 1 : 2. Komora 1, płyty 2, 3 oraz lejek 4 wykonane są ze szkła, zaś pojemność urządzenia wynosi 70 cm^3.

Urządzenie do separacji mikroplastiku, według wynalazku, w drugim przykładzie wykonania zawiera walcowatą komorę 1, która jest dwudzielna i składa się z dolnej części 1a, w której możliwe jest chemiczne preparowanie próbki oraz sonifikacja i górnej części 1b. Dolna część 1a jest od góry zamknięta płytą górną 2 z pierwszym otworem przelotowym, zaś górna część 1b jest od dołu zamknięta płytą dolną 3 z drugim otworem przelotowym, przy czym średnica pierwszego otworu przelotowego jest równa średnicy drugiego otworu przelotowego, a ponadto są one równe średnicy D komory 1. W komorze 1 umieszczone jest mieszadło mechaniczne 5, które poprowadzone jest przez pierwszy otwór przelotowy i drugi otwór przelotowy. Płyta dolna 3 wraz z górną częścią 1b komory 1 jest przesuwna względem płyty górnej 2, przy czym pomiędzy płytami 2, 3 jest warstwa gęstego oleju. Do płyty górnej 2, od strony dolnej części 1a komory 1 zamocowany jest lejek 4, nad którym, w płycie górnej 2 jest trzeci otwór przelotowy, którego średnica jest równa średnicy części stożkowej lejka 4. Średnica otworu wlotowego lejka 4 jest równa średnicy D komory 1. Stosunek średnicy D komory 1 do pierwszej wysokości H jej dolnej części 1a wynosi 1 : 4, przy czym średnica D komory 1 ma wielkość 45 mm. Stosunek drugiej wysokości h jej górnej części 1b do pierwszej wysokości H jej dolnej części 1a wynosi 1 : 3. Komora 1, płyty 2, 3 oraz lejek 4 wykonane są ze szkła, zaś pojemność urządzenia wynosi 500 cm^3.

Urządzenie do separacji mikroplastiku, według wynalazku, w trzecim przykładzie wykonania zawiera walcowatą komorę 1, która jest dwudzielna i składa się z dolnej części 1a, w której możliwe jest chemiczne preparowanie próbki oraz sonifikacja i górnej części 1b. Dolna część 1a jest od góry zamknięta płytą górną 2 z pierwszym otworem przelotowym, zaś górna część 1b jest od dołu zamknięta płytą dolną 3 z drugim otworem przelotowym, przy czym średnica pierwszego otworu przelotowego jest równa średnicy drugiego otworu przelotowego. Górna część 1b komory 1 ma, po stronie przeciwnej do płyty dolnej 3, szyję 9 ze szlifem wewnętrznym, która od góry zamknięta jest szklanym korkiem 10 ze szklanym zaworem. W komorze 1 umieszczone jest mieszadło mechaniczne 5, które poprowadzone jest przez pierwszy otwór przelotowy i drugi otwór przelotowy oraz przez szyję 6, przy czym szlif wewnętrzny w szyi 6 umożliwia zamontowanie mieszadła mechanicznego 5 z uszczelnieniem. Do korka 7, po stronie przeciwnej do szyi 6, zamocowany jest elastyczny przewód łączący 8, który połączony jest z pompą próżniową. Płyta dolna 3 wraz z górną częścią 1b komory 1 jest przesuwna względem płyty górnej 2, przy czym pomiędzy płytami 2, 3 jest warstwa gęstego oleju. Do płyty górnej 2, od strony dolnej części 1a komory 1 zamocowany jest lejek 4, nad którym, w płycie górnej 2 jest trzeci otwór przelotowy, którego średnica jest równa średnicy części stożkowej lejka 4. Średnica otworu wlotowego lejka 4 jest równa średnicy D komory 1. Stosunek średnicy D komory 1 do pierwszej wysokości H jej dolnej części 1a wynosi 1 : 6 przy czym średnica D komory 1 ma wielkość 65 mm. Stosunek drugiej wysokości h jej górnej części 1b do pierwszej wysokości H jej dolnej części 1a wynosi 1 : 5. Komora 1, płyty 2, 3 oraz lejek 4 wykonane są ze szkła, zaś pojemność urządzenia wynosi 1000 cm^3.

Urządzenie do separacji mikroplastiku, według wynalazku, w czwartym przykładzie wykonania, takie jak w przykładzie trzecim, z tym, że dolna część 1a komory 1 jest podgrzewana w przypadku prowadzenia procesów chemicznych wymagających dostarczenia energii, zaś korek 7 ma zawór teflonowy.

Urządzenie do separacji mikroplastiku, według wynalazku, w piątym przykładzie wykonania zawiera walcowatą komorę 1, która jest dwudzielna i składa się z dolnej części 1a, w której możliwe jest chemiczne preparowanie próbki oraz sonifikacja i górnej części 1b. Dolna część 1a jest od góry zamknięta płytą górną 2 z pierwszym otworem przelotowym, zaś górna część 1b jest od dołu zamknięta

płytą dolną 3 z drugim otworem przelotowym. Górna część 1b komory 1 ma, po stronie przeciwnej do płyty dolnej 3, szyję 6 ze szlifem wewnętrznym, która od góry zamknięta jest szklanym korkiem 7 ze szklanym zaworem. W komorze 1 umieszczone jest mieszadło magnetyczne 9. Do korka 7, po stronie przeciwnej do szyi 6, zamocowany jest elastyczny przewód łączący 8, który połączony jest z pompą próżniową. Płyta dolna 3 wraz z górną częścią 1b komory 1 jest przesuwna względem płyty górnej 2, przy czym pomiędzy płytami 2, 3 jest warstwa smaru. Do płyty górnej 2, od strony dolnej części 1a komory 1 zamocowany jest lejek 4, nad którym, w płycie górnej 2 jest trzeci otwór przelotowy, którego średnica jest równa średnicy części stożkowej lejka 4. Stosunek średnicy D komory 1 do pierwszej wysokości H jej dolnej części 1a wynosi 1 : 5 przy czym średnica D komory 1 ma wielkość 70 mm. Stosunek drugiej wysokości h jej górnej części 1b do pierwszej wysokości H jej dolnej części 1a wynosi 1 : 4. Komora 1, płyty 2, 3 oraz lejek 4 wykonane są ze szkła, zaś pojemność urządzenia wynosi 750 cm^3.

Podczas prowadzenia separacji mikroplastików z wykorzystaniem nowego urządzenia do separacji mikroplastiku w pierwszym etapie ze środowiska pobiera się próbkę w stanie stałym o wielkości od 0,1 do 5 g albo w stanie ciekłym w wielkości od 1 do 5 cm^3 zawierającą mikroplastiki. W drugim etapie próbkę wprowadza się do dolnej części 1a komory 1 i umieszcza się w niej sonotrodę 10, a następnie w czasie od 5 do 15 minut prowadzi się sonitrifikację przy amplitudzie w zakresie od 20 do 60 kHz. Kolejno w trzecim etapie z dolnej części 1a komory 1 usuwa się sonotrodę 10 i przy ciągłym mieszaniu prowadzi się pierwsze chemiczne trawienie próbki mieszaniną nadtlenku wodoru H_2O_2 o stężeniu procentowym 30% i katalizatora – siarczanu żelaza(II) $FeSO_4$ zawierającego jony żelaza(II) o wielkości od 10 do 50 ml. Pierwsze chemiczne trawienie prowadzi się w temperaturze do 40 do 70°C w czasie od 6 do 24 godzin. Roztwór H_2O_2 i $FeSO_4$ stosuje się w ilości od 10 do 50 ml. Następnie w czwartym etapie w dolnej części 1a komory 1 umieszcza się sonotrodę 10 i prowadzi się drugą sonifikację w czasie od 5 do 15 minut przy amplitudzie w zakresie od 20 do 60 kHz, a następnie sonotrodę 10 usuwa się z komory 1. Następnie w piątym etapie, do próbki dodaje się wodorotlenek potasu KOH tak, aby stężenie procentowe roztworu wynosiło od 2 do 10% i w czasie od 3 do 12 godzin prowadzi się drugie chemiczne trawienie, zaś w szóstym etapie na płycie górnej 2 dolnej części 1a umieszcza się płytę dolną 3 górnej części 1b komory 1 w taki sposób, żeby pierwszy otwór przelotowy był współśrodkowy z drugim otworem przelotowym. W siódmym etapie do dolnej części 1a komory 1 i do górnej części 1b komory 1, na wysokości 1 cm wprowadza się roztwór soli korzystnie chlorku sodu NaCl, chlorku wapnia $CaCl_2$, chlorku cynku $ZnCl_2$ lub węglanu potasu K_2CO_3 o gęstości od 1,1 do 1,52 g/cm^3 i zawartość komory 1 miesza się mieszadłem mechanicznym 5 albo mieszadłem magnetycznym 9 w czasie od 5 do 15 minut, a następnie układ reakcyjny odpowietrza się. W ósmym etapie natomiast prowadzi się grawitacyjne rozdzielanie mieszaniny w czasie od 6 do 24 godzin, zaś po jego zakończeniu, w dziewiątym etapie, płytę dolną 3 przesuwa się względem płyty górnej 2 tak, żeby otwór wylotowy górnej części 1b komory 1 był współśrodkowy z wlotem części stożkowej lejka 4, do której następnie z górnej części 1b komory uzyskany koncentrat mikroplastiku, a następnie do zestawu filtracyjnego 11 wyposażonego w filtr 12 korzystnie z metaliczną powłoką oraz połączonego z pompą próżniową, po czym prowadzi się ilościową filtrację koncentratu. Po jej zakończeniu, zestaw filtracyjny 11 przemywa się roztworem etanolu o procentowym stężeniu w zakresie od 75 do 96% i filtr 12 płucze się. Następnie w dziesiątym etapie filtr 12 przenosi się do części stożkowej drugiego lejka 13, którego stosunek średnicy D_1 części stożkowej do jego całkowitej długości H_1 wynosi od 1 : 2 do 1 : 4, zaś ścianka części stożkowej tego drugiego lejka 13 jest nachylona w stosunku do jego wlotu pod kątem α wynoszącym od 10 do 40°. Do części dolnej drugiego lejka 13 zamocowany jest elastyczny przewód 14, na którym jest zacisk sprężynowy 15 ustawiony w pozycji zamkniętej, przy czym korzystnie stosuje się dwa zaciski sprężynowe 15. Kolejno drugi lejek 13 napełnia się roztworem etanolu o stężeniu procentowym w zakresie od 75 do 96% i prowadzi się płukanie filtra 12, przy czym w elastycznym przewodzie 14, w czasie od 6 do 24 godzin, prowadzi się sedymentację wypłukanych z filtra 12 mikroplastików. Korzystnie interwałowo prowadzi się sonifikację w czasie od 2 do 10 minut w zakresie amplitudy od 20 do 60 kHz. W jedenastym etapie zwalnia się zacisk sprężynowy 15, ustawiając go w pozycji otwartej i z przewodu 14 wyprowadza się uzyskany koncentrat mikroplastiku.

Wykaz oznaczeń rysunkowych

1 – komora
1a – dolna część
1b – górna część
2 – płyta górna
3 – płyta dolna

4 – lejek
5 – mieszadło mechaniczne
6 – szyja
7 – korek
8 – przewód łączący
9 – mieszadło mechaniczne
10 – sonotroda
11 – zestaw filtracyjny
12 – filtr
13 – drugi lejek
14 – przewód
15 – zacisk sprężynowy
D – średnica komory
H – pierwsza wysokość
H – druga wysokość
D_1 – średnica części stożkowej drugiego lejka
H_1 – całkowita długość drugiego lejka
α – kąt

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do separacji mikroplastiku zawierające walcowatą komorę, **znamienne tym**, że komora (1) jest dwudzielna przy czym jej dolna część (1a) jest od góry zamknięta płytą górną (2) z pierwszym otworem przelotowym, zaś górna część (1b) komory (1) jest od dołu zamknięta płytą dolną (3) z drugim otworem przelotowym, a ponadto do płyty górnej (2), od strony dolnej części (1a) komory (1) zamocowany jest lejek (4), przy czym w płycie górnej (2), nad lejkiem (4) jest trzeci otwór przelotowy, a ponadto płyta górna (2) z górną częścią (1b) komory (1) jest przesuwna względem płyty dolnej (3).
2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamienne tym**, że w komorze (1) umieszczone jest mieszadło mechaniczne (5), które poprowadzone jest przez pierwszy otwór przelotowy w płycie górnej (2) i przez drugi otwór przelotowy w płycie dolnej (3).
3. Urządzenie według zastrz. 1 albo 2, **znamienne tym**, że górna część (1b) komory (1), po stronie przeciwnej do płyty dolnej (3), ma szyję (6) ze szlifem wewnętrznym do umieszczania w niej korka (7) z zaworem, przy czym do przeciwnej do łączenia z szyją (6) stronie korka (7) zamocowany jest elastyczny przewód łączący (8) połączony z pompą próżniową.
4. Urządzenie według zastrz. 3, **znamienne tym**, że korek (7) jest szklany.
5. Urządzenie według zastrz. 3 albo 4, **znamienne tym**, że korek (7) ma zawór szklany.
6. Urządzenie według zastrz. 3 albo 4, **znamienne tym**, że korek (7) ma zawór teflonowy.
7. Urządzenie według zastrz. 1 albo jednego z zastrz. od 3 do 6, **znamienne tym**, że w dolnej części (1a) komory (1) jest mieszadło magnetyczne (9).
8. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 7, **znamienne tym**, że stosunek średnicy (D) komory (1) do pierwszej wysokości (H) jej dolnej części (1a) ma wartość z przedziału od 1 : 2 do 1 : 6.
9. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 8, **znamienne tym**, że stosunek drugiej wysokości (h) górnej części (1b) komory (1) do pierwszej wysokości (H) dolnej części (1a) komory (1) ma wartość z przedziału od 1 : 2 do 1 : 5.
10. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 9, **znamienne tym**, że średnica otworu wlotowego lejka (4) jest równa średnicy (D) komory (1).
11. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 10, **znamienne tym**, że średnica (D) komory (1) ma wielkość od 18 do 65 mm.
12. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 11, **znamienne tym**, że komora (1) jest ze szkła.
13. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 12, **znamienne tym**, że lejek (4) jest ze szkła.
14. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 12, **znamienne tym**, że średnica pierwszego otworu przelotowego płyty górnej (2) lub średnica drugiego otworu przelotowego płyty dolnej (3) lub średnica trzeciego otworu przelotowego lejka (4) jest równa średnicy komory (1).

15. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 14, **znamienne tym**, że pomiędzy płytą górną (2) a płytą dolną (3) jest warstwa smaru.
16. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 14, **znamienne tym**, że pomiędzy płytą górną (2) a płytą dolną (3) jest warstwa gęstego oleju.
17. Urządzenie według jednego z zastrz. od 1 do 16, **znamienne tym**, że ma ono pojemność z zakresu od 70 do 1000 cm^3.

Rysunki

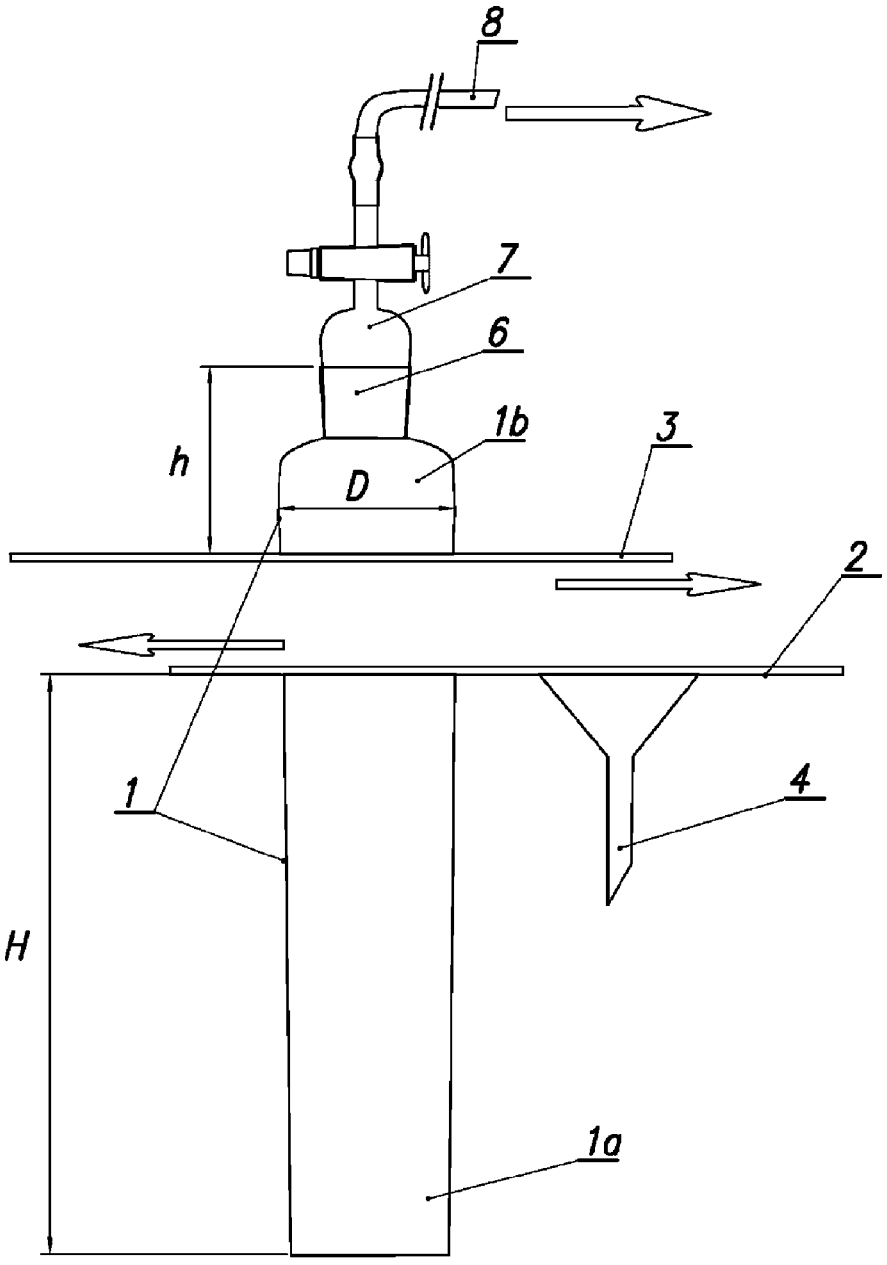


Fig. 1

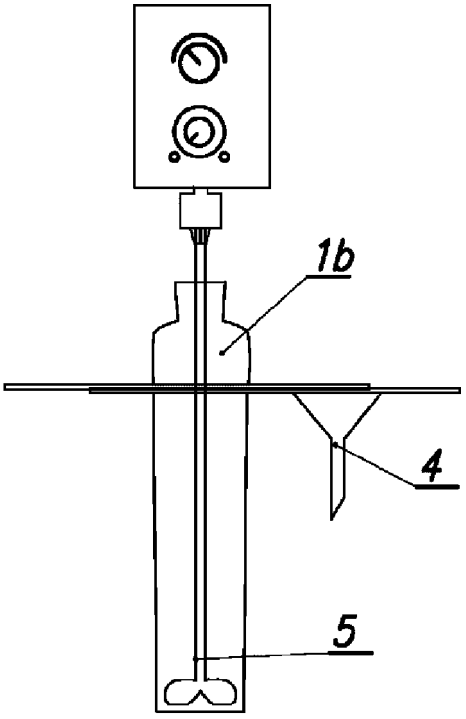


Fig. 2

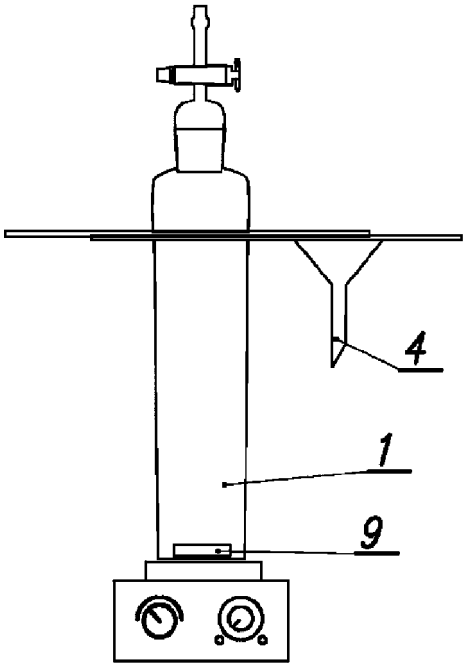


Fig. 3

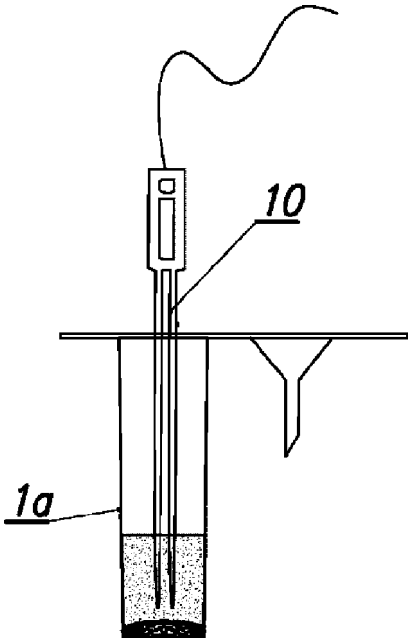


Fig. 4

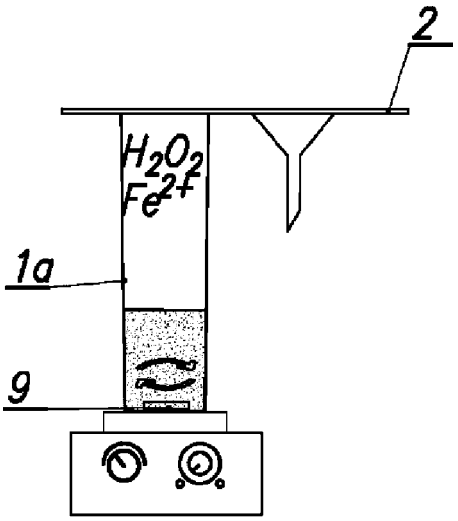


Fig. 5

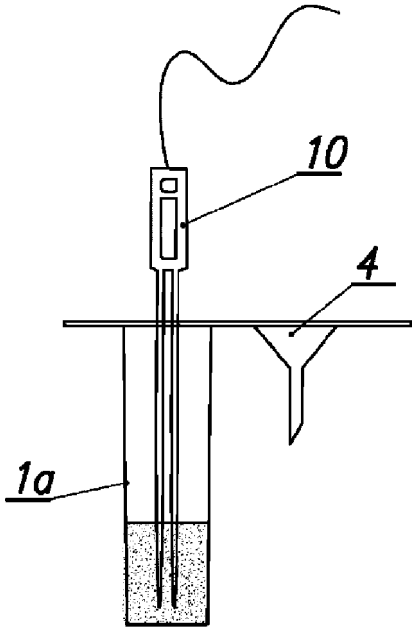


Fig. 6

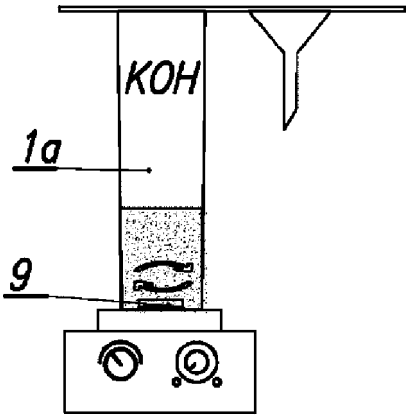


Fig. 7

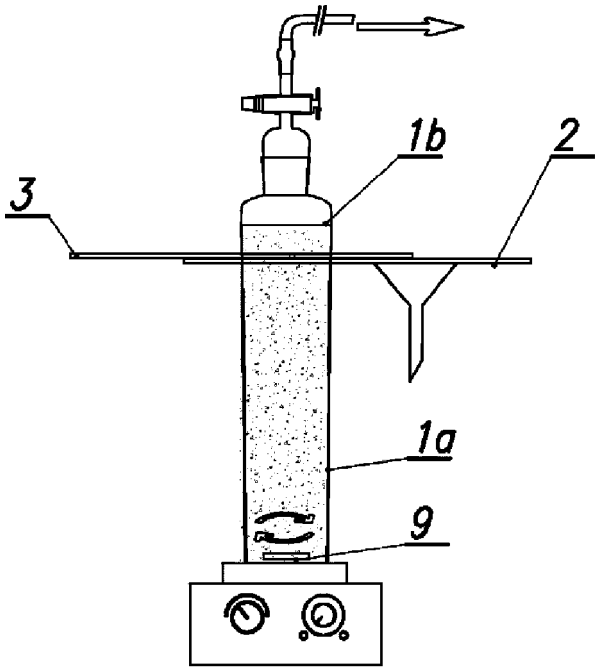


Fig. 8

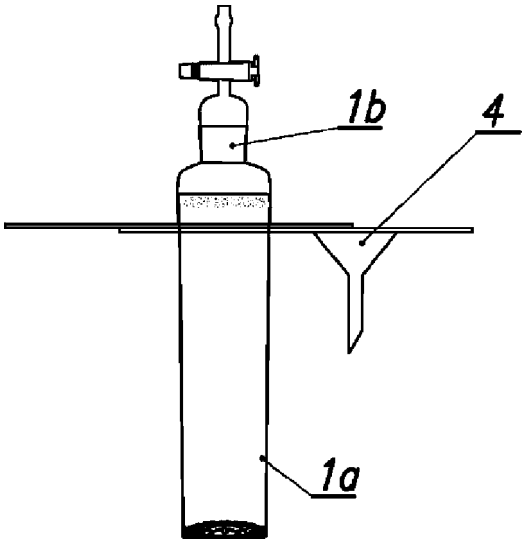


Fig. 9

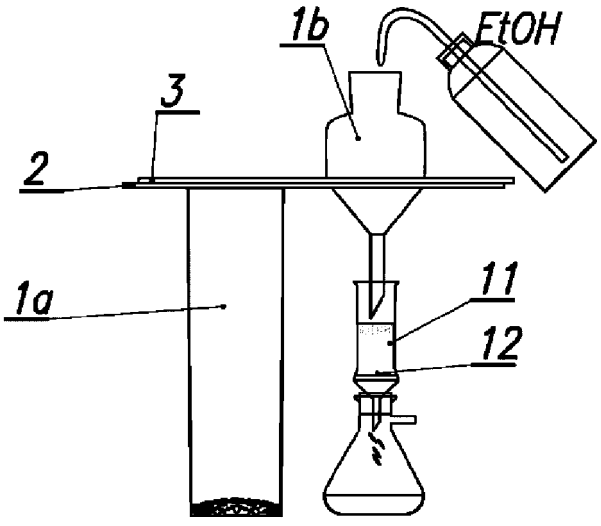


Fig. 10

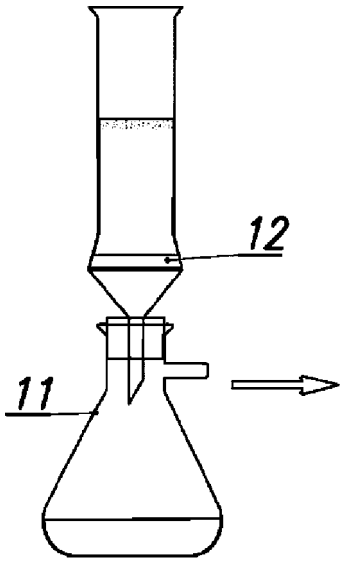


Fig. 11

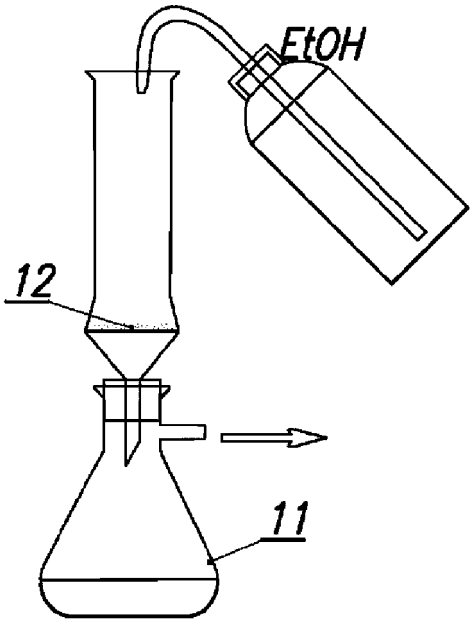


Fig. 12

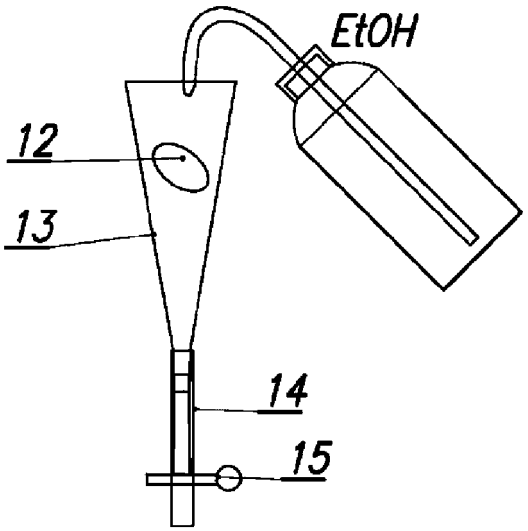


Fig. 13

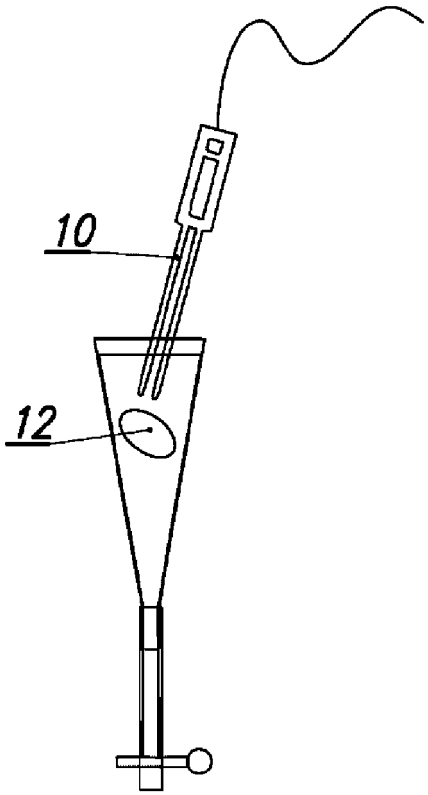


Fig. 14

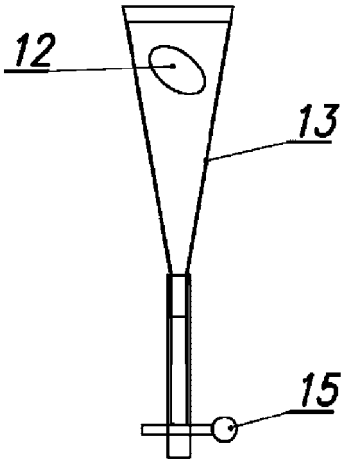


Fig. 15

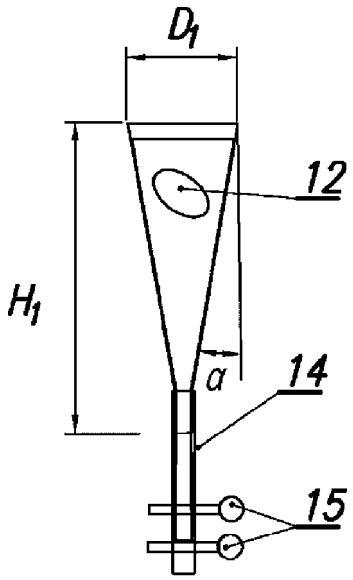


Fig. 16

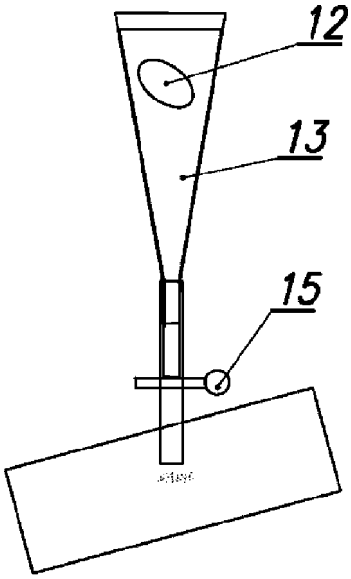


Fig. 17