

Sposób I urządzenie do mechanicznej obróbki na mokro mieszaniny substancji, zwłaszcza odpadów każdego rodzaju

Wywóz odpadów osiedlowych oraz odpadów przemysłowych stanowi problem z uwagi na coraz większy nacisk kładziony przez politykę na gospodarkę zrównoważoną. Po zredukowaniu ilości odpadów w wyniku eliminowania odpadów i wprowadzania oddzielnej rejestracji substancji pozostają odpady, których nie można bezpośrednio kierować do utylizacji.

Jako trójmateriałową mieszaninę substancji obojętnych, organicznych i wody nie można ich skierować, z uwagi na zbyt duży udział substancji organicznych lub zbyt duży udział wody i/lub minerałów, ani do utylizacji substancji mineralnych, ani do utylizacji biomasy. Z uwagi na zbyt wysokie zanieczyszczenie substancjami szkodliwymi nie jest możliwe także odprowadzanie w postaci ścieków.

W odniesieniu do wywozu tych odpadów nowe regulacje prawne w Niemczech (rozporządzenie o składowaniu odpadów) narzucają obowiązek zubożenia przed składowaniem na wysypisku. W dłuższym terminie (do 2020) ma nastąpić całkowita utylizacji wszystkich odpadów odpowiednio do zrównoważonej gospodarki odpadami.

W zakresie utylizacji do dyspozycji są różne sposoby względnie drogi utylizacji. Utylizacja energetyczna zachodzi zatem przy fermentacji, spalaniu lub zgazowywaniu. Istotne kryterium dla jakości produktu przy wszystkich energetycznych sposobach utylizacji stanowi niewielki udział substancji mineralnych względnie substancji obojętnych. Różnie należy oceniać optymalną wilgotność produktu i wielkość ziarna. W zakresie fermentacji do dyspozycji są ponadto suche i mokre sposoby fermentacji, jak i anaerobowe sposoby oczyszczania ścieków.

U podstaw materiałowej utylizacji składników organicznych znajduje się ich wykorzystanie w rolnictwie, które jednak jest ograniczone z uwagi na zawartość szkodliwych substancji w materiale. Materiałowe postaci utylizacji składników włóknistych jako materiałów izolacyjnych, papieru lub płyt tłoczonych są tutaj potraktowane jedynie marginesowo.

W odniesieniu do substancji obojętnych istnieją drogi utylizacji w przemyśle budowlanym lub substancje te przeznacza się do składowania na wysypiskach.

Dopiero podział odpadów na frakcje nadające się do utylizacji materiałowej i/lub energetycznej pozwala na efektywną utylizację. Podział jako obróbka wstępna dla właściwej utylizacji powinna przy tym spełniać wymagania co do zrównowżenia, to znaczy chronić zasoby i zapobiegać zanieczyszczeniom przy równoczesnym dostosowaniu gospodarczym i społecznym.

Dotychczas w zakresie obróbki odpadów z frakcjami organicznymi istnieją do dyspozycji opisane poniżej sposoby, które różnią się zawartością szkodliwych substancji we frakcji organicznej:

- obróbka pozostałości z niezanieczyszczoną frakcją organiczną:

Kompostowanie:

Stałe pozostałości organiczne względnie osady z dodatkiem materiału strukturalnego poddaje się po odsianiu dużych cząstek substancji przeszkadzających biologicznej obróbce aerobowej. W wyniku obróbki biologicznej substancje organiczne ulegają rozkładowi i przebudowie, zaś zawartość wody obniżeniu na tyle, że osiągnięta jest stabilizacja. Wskutek tego procesu następuje redukcja dostępności kompostu dla roślin, a równocześnie zwiększa się jego znoszenie przez rośliny. Substancje przeszkadzające oddziela się w pierwszej kolejności, poza zgrubną obróbką wstępną, z wysuszonego w procesie kompostowania, gotowego kompostu w drodze oddzielania twardych materiałów i klasyfikacji powietrznej. Oddzielanie substancji twardych prowadzi się najczęściej przy użyciu stołów powietrznych. Kompostowanie pozostałości organicznych jest związane z wysoką emisją powietrza odlotowego i wysokim zużyciem energii.

Fermentacja:

Przy anaerobowej obróbce biologicznej oddziela się przed fermentacją, zwłaszcza w sposobie fermentacji mokrej, substancje obojętne (piasek). Rozkład tlenowy uzupełniający biologiczne suszenie odwodnionej pozostałości fermentacji z dodatkiem lub bez dodatku materiału strukturalnego przeprowadza się w większości sposobów fermentacji przed wykorzystaniem w rolnictwie. Charakterystyczne dla fermentacji jest wytwarzanie energii regeneracyjnej z biogazu i redukcja emisji powietrza odlotowego w porównaniu do kompostowania. Na skalę przemysłową realizowano następujące technologiczne warianty fermentacji:

Jedno- i wielostopniowa fermentacja sucha przy zawartości 20% - 50% substancji suchej: Z prospektów firmowych i zrealizowanych instalacji znane są między innymi sposoby fermentacji suchej Valorga, firma Valorga, Francja; sposób Dranco, firma Organic Waste Systems nv, Belgia; fermentacja sucha Linde-BRV, Szwajcaria i sposób Kompogas, firma Kompogas, Szwajcaria. Istotne w tych sposobach jest to, że najczęściej nie przeprowadza się oddzielania substancji obojętnych lub przeprowadza się je dopiero po fermentacji. Według WO 98/38145 A1, Frank Rindelaub, Szwajcaria, w sposobie fermentacji suchej przewidziane jest uprzednie oddzielenie substancji obojętnych dla frakcji cześciowej. W instalacji La Coruna, Hiszpania, która pracuje z wykorzystaniem sposobu o nazwie Valorga, w celu ochrony instalacji fermentacyjnej przeprowadza się w ramach mechanicznej obróbki wstępnej suche oddzielenie substancji obojętnych przed fermentacją.

Jedno- i wielostopniowa fermentacja mokra przy zawartości 5% - 20% substancji suchej: sposoby mokrej fermentacji odpadów z uprzednim oddzieleniem substancji stałych znane są z prospektów firmowych między innymi takich firm, jak Linde-KCA-Dresden GmbH, Dresden, Niemcy; MAT Müll- und Abfalltechnik GmbH, München, Niemcy; Avecon, Finlandia oraz sposób WABIO firmy EcoTec, Finlandia. Poza fermentacją w sposobach tych decydujące jest oddzielenie substancji stałych, czyli wstępna obróbka frakcji organicznej, przed fermentacją.

- obróbka pozostałości z zanieczyszczoną frakcją organiczną:

Większość znanych sposobów obróbki zanieczyszczonych frakcji organicznych przewiduje usuwanie na wysypisko lub do spalarni śmieci. Według aktualnego stanu prawnego w Europie należy przewidzieć stabilizację frakcji organicznej przed składowaniem na wysypisku. Tę obróbkę wstępną przed składowaniem na wysypisku realizuje się w mechaniczno-biologicznych instalacjach uzdatniających przy użyciu sposobów kompostowania i fermentacji.

Jeżeli wymagana jest utylizacja energetyczna, wówczas konieczne jest suszenie i oddzielenie substancji obojętnych od odpadów, które najczęściej są wilgotne i zawierają substancje obojętne. Oddzielenie mokre, w którym stosuje się wodę jako czynnik oddzielający, charakteryzuje się przy tym, co wynika z zasad fizyki, większą sprawnością niż oddzielenie suche, w którym powietrze stanowi czynnik oddzielający.

Mechaniczne sposoby suchego oddzielania substancji obojętnych po suszeniu biologicznym są znane ze sposobu Trockenstabilat firmy HerHof Umwelttechnik GmbH, Solms-Niederbiel, Niemcy i DE 196 49 901 A1. Urządzenia i sposoby mechanicznego oddzielania na mokro substancji obojętnych są znane z publikacji DE 196 23 027 C1, DE 198 44 006 A1, DE 199 24 164 A1, DE 201 12 681 U1, DE 42 43 171 C1, DE 197 29 802 C2, DE 44 36 639 A1, DE 198 46 336 A1, DE 197 45 896 A1, DE 44 15 858 A1, DE 43 12 005 A1, DE 199 23 108 A1 i DE 41 20 808 A1. Ponadto istnieją specjalne sposoby uzdatniania mułu portowego i odpadów ulicznych, jak na przykład instalacja ASRA w Hamburg Stellingen firmy Kupczik Umwelttechnik GmbH Hamburg i sposób MoReSa firmy AKW Apparate und Verfahren GmbH, Hirschau, DE 196 17 501 C2. Publikacja ta ujawnia różne cechy niezależnych zastrzeżeń 1 i 10 niniejszego wynalazku.

Zadaniem większości wyżej wymienionych sposobów jest oddzielanie substancji obojętnych. W tym celu najpierw oddzielany odpad rozdrabnia się i miesza, zaś na koniec z całego strumienia odprowadza się substancje obojętne, często tylko w jednej operacji. Prowadzi to znowu do dużych problemów w kolejnych agregatach.

Wskutek daleko idącego rozdrobnienia aż do rozwłoknienia, na przykład poprzez zastosowanie urządzenia do wytwarzania pulpy, tak jak w publikacjach DE 41 20 808 A1, DE 199 23 108 A1, DE 198 29 648 C2, DE 198 00 224 C1, DE 196 55 101 A1, DE 100 12 530 A1, DE 39 34 478, DE 198 07 116 A1, DE 4042 226 A1, DE 4042 225 A1, DE 4406 315 C2, lub uprzedniego kaskadowego młyna kulowego, tak jak w dokumencie DE 102 10 647 A1 i DE 41 26 330 A1, zwiększa się lepkość zawiesiny, co przeciwdziała efektywnemu rozdzielaniu. Lepkość zmniejsza się wskutek rozkładu substancji organicznych dopiero podczas następującej później fermentacji, w związku z czym dochodzi tutaj do niepożądanych i zakłócających pracę sedymentacji i substancji obojętnych, które wskutek uprzednio zwiększonej lepkości nie są wychwytywane we wcześniejszym oddzielaniu.

W innych mechanicznych sposobach oddzielania na mokro o niewielkiej intensywności rozdrabniania przed rozdzieleniem substancji - patrz EP 0521 685 A2 i DE 197 55 223 A1, EP 567 184 B1 - oddzielanie substancji obojętnych wykonuje się w stopniu oddzielania i według DE 197 55 223 A1 nawet z jednoczesnym mieszaniem, wskutek czego oddzielanie jest bardzo niedokładne.

W EP 0639 108 B1 zaproponowano produkcję okresowa o odpowiednich ograniczeniach zdolności przepustowej, wykonywaną także w różnych dużych instalacjach. Wskutek braku celowego oddzielania piasku, na przykład w kolejnym stopniu oddzielania, dochodziło do znacznych problemów sedymentacyjnych w następnych etapach przeróbki.

Sposoby perkolacji, takie jak W DE 198 46 336 A1, DE 196 48 731 A1, DE 199 09 353 A1, DE 199 09 328 A1 i DE 198 33 624 A1 oddzielają tylko drobne substancje obojętne, które są wymywane wraz z wodą lub produktem perkolacji, przed lub w trakcie perkolacji. Duże cząstki substancji obojętnych, takie jak kamienie, szkło i stłuczka ceramiczna, które w przypadku odpadów osiedlowych stanowią największą część substancji obojętnych, są wnoszone do perkolacji i powodują tam większe zużycie energii i urządzeń.

We wszystkich wymienionych powyżej sposobach oddzielania substancji obojętnych, zwłaszcza w sposobach fermentacji mokrej, najważniejszą kwestię stanowi ochrona instalacji, nie zaś poprawa jakości materiału przeznaczonego do późniejszej utylizacji. Podział odpadów powinien jednak, poza technicznymi i ekonomicznymi wymaganiami co do techniki instalacyjnej, zapewniać również optymalną utylizację frakcji częściowych.

Wprawdzie obróbka większej części substancji organicznych jest przewidziana jako konieczna we wszystkich wymienionych powyżej sposobach, wobec czego kieruje się je bezpośrednio do obróbki anaerobowej lub uprzedniej hydrolizy z następującą po niej, anaerobową obróbką produktów hydrolizy. Nie uwzględnia się jednak tego, że sprawność energetyczna fermentacji w porównaniu do spalania zależy od parametru podatności na rozkład anaerobowy i parametru substancji suchej. Spalanie suchego drewna wykazuje wyższą sprawność energetyczną niż fermentacja suchego drewna. Logiczne jest jednak, że fermentacja mokrych organicznych odpadów przemysłowych o dużym wydatku biogazu ma wyższy współczynnik sprawności energetycznej niż spalanie tej mokrej frakcji.

Substancje organiczne, które w jak największym stopniu są wolne od substancji obojętnych i rozpuszczalnych substancji organicznych oraz mogą być odwodnione przy użyciu prostych pras ślimakowych do zawartości substancji suchej > 45%, mają wartość opałową około 6000 kJ/kg, leżą zatem na granicy spalania samorzutnego. Jeżeli udział ulegających rozkładowi anaerobowemu substancji organicznych leży poniżej 50%, jak to ma miejsce na przykład w odniesieniu do skratek, ze względów ekonomicznych zaleca się dla tego strumienia substancji poprzedzenie utylizacji energetycznej w drodze procesów termicznych, takich jak

spalanie lub zgazowywanie, z uprzednim suszeniem lub bez uprzedniego suszenia, obróbką anaerobową w drodze fermentacji.

Takie postawienie problemu wspomniano na początku EP 0037 612 B1 i DE 196 00 711 A1. W tym ostatnim dokumencie ulegające łatwo rozkładowi substancje organiczne oddziela się poprzez wymywanie odpadów w płuczce ślimakowej. Ulegające łatwo rozkładowi substancje organiczne zatęża się w obiegu wody, który doprowadza się do obróbki anaerobowej. Problematyczne pozostają jednak również tutaj czasy przebywania równe 2 - 8 godzin (w DE 198 46 336 A1 wspomina się 2 - 6 godzin) w celu wymycia ulegających łatwo rozkładowi substancji organicznych. W zastosowaniu praktycznym okazało się jednak, że za dużą szybkość oddzielania substancji organicznych ulegających łatwo rozkładowi odpowiedzialne jest w pierwszym rzędzie intensywne wymywanie wodą z obiegu, nie zaś długi czas przebywania, jak to opisano w katalogu producentów i usługodawców 1997/98, 9. Kasseler Abfallforum (9 Forum Odpadów w Kassel), M.I.C. Baeza-Verlag, strona 12.

Wydłużenie czasu przebywania powoduje poddawanie odpadów jedynie dłuższemu obciążeniu mechanicznemu względnie rozpuszczaniu. Hydroliza, specjalne, katalizowane zasadowo lub kwasowo, chemiczne lub enzymatyczne rozszczepianie molekuł przy udziale wody, odgrywa w tym sposobie podrzędną rolę, istotne jest raczej rozpuszczanie za pomocą wody jako rozpuszczalnika.

Dopiero później rozpowszechnił się pogląd, że wystarczająca hydroliza organicznej frakcji odpadów zachodzi już w pojemnikach na odpady, podczas ich gromadzenia i przechowywania, aż do przetwarzania. Od chwili powstania odpadu do chwili jego przetworzenia mijają nierzadko 2 - 4 tygodnie, w trakcie których w sposób naturalny przebiega hydroliza. Techniczne wykorzystanie tej wiedzy nie jest znane ze stanu techniki.

W porównaniu do wcześniej wymienionych sposobów obróbki odpadów celem niniejszego wynalazku jest wytwarzanie frakcji nadających się do utylizacji materiałowej i/lub energetycznej, przy daleko idącym wyeliminowaniu składowania na wysypisku i optymalizacji procesu oddzielania w odniesieniu do wydajności, zużycia energii, zużycia urządzeń, kosztów inwestycyjnych i elastycznej dalszej obróbki wytwarzanych frakcji.

Aby rozwiązać to zadanie, zaproponowano sposób według zastrzeżenia 1 oraz urządzenie do realizacji tego sposobu według zastrzeżenia 35. W sposobie według wynalazku trójmateriałowa mieszanina, składająca się z wody, substancji obojętnych i substancji organicznych, rozdziela się w trójstopniowej instalacji rozdzielczej na trzy frakcje substancji obojętnych i trzy frakcje substancji organicznych oraz frakcję ciekłą, która zawiera rozpuszczone substancje oraz najdrobniejsze substancje obojętne i drobne cząstki substancji organicznych.

Substancje obojętne oczyszcza się zależnie od warunków ekonomicznych i lokalnych przy użyciu wody z obiegu i świeżej wody na tyle, że można je skierować do utylizacji. Zwłaszcza w przypadku grubej frakcji substancji obojętnych utylizacja materiałowa jest wątpliwa zależnie od ustawodawstwa krajowego. Frakcję tę można albo bezpośrednio, albo po krótkiej fazie starzenia w celu stabilizacji wywieźć na wysypisko, albo uzdatnić w ramach dalej posuniętej obróbki wstępnej do jakości pozwalającej na utylizację. Oddzielone frakcje organiczne można skierować albo bezpośrednio do suszenia, albo do kompostowania lub fermentacji. W sposobie według wynalazku (patrz fig. 1), poczynając od bardzo wysokiej zawartości substancji suchej, oddziela się w kilku stopniach substancje obojętne. Po oddzieleniu dużych kamieni (Inert 1, fig. 1) można odsiać duże cząstki substancji organicznych (Organik 1, fig. 1), które są wówczas odpowiednio wolne od kamieni o odpowiedniej wielkości podsitowej, a następnie, ponieważ chodzi o duże cząstki substancji organicznych, wypłukać z nich niewielkimi ilościami wody piasek i przywarłe do nich drobne cząstki substancji organicznych.

Frakcję podobną do skratek (Organik 1) można wówczas przy użyciu prostych technik prasowania, przy niewielkim zużyciu urządzeń, odcisnąć do wysokiej zawartości substancji suchej. Osiąga się to poprzez wmywanie wszystkich drobnych substancji organicznych, które są bardzo trudne do odcisnięcia, i wskutek wmywania szkieletu kamiennego względnie szkieletu z substancji obojętnych, który w przeciwnym razie przejmuje w pierwszym rzędzie siłę prasowania, nie przyczyniając się przy tym do dużego odwodnienia. W celu poprawy rozpuszczania substancji i organicznych, ulegających łatwo rozkładowi biologicznemu, można przed wyciskaniem przeprowadzić rozdrabnianie w celu usunięcia substancji płynnych.

Ten pierwszy etap jest najważniejszym etapem całego sposobu. W drodze silnego odcisnięcia dużych cząstek substancji organicznych (Organik 1) już w tym etapie sposobu

oddziela się materiał bogaty w strukturę w celu utylizacji w drodze spalania lub zgazowywania od nadających się do fermentacji substancji i organicznych, jakie znajdują się w wyciśniętej wodzie.

Przy odpowiednim prasowaniu w pierwszym stopniu prasowania przy użyciu zwykłych pras ślimakowych należy się liczyć ze stopniem odwodnienia około 45% - 60% zawartości substancji suchej.

W 2-gim stopniu prasowania można ten materiał (Organik 1) wycisnąć do 60% - 75% zawartości substancji suchej. Frakcję organiczną (Organik 1) można po wstępnej obróbce według wynalazku, bezpośrednio lub po suszeniu, poddawać utylizacji energetycznej w drodze spalania lub zgazowywania.

Ponadto substancje organiczne Organik 1 przy zachowaniu odpowiednich wartości granicznych można stosować do utylizacji materiałowej w rolnictwie. Znaczenie ma tutaj to, że poza oddzielaniem substancji obojętnych i odpowiednio dużym wyciśnięciem poddaje się skratki okresowemu suszeniu. Suszenie należy przy tym przeprowadzać tak, by osiągnąć Higienizację w wyniku odpowiedniego prowadzenia temperatury suszenia. Po suszeniu materiał należy oczyścić z substancji przeszkadzających, odpowiednio do końcowej obróbki kompostu, i przetworzyć w granulaty, aby materiał stosowany później jako suchy granulaty nawozowy wykazywał dobrą zdolność do magazynowania i transportu oraz dostępność dla roślin.

Po oddzieleniu dużych kamieni (Inert 1) i dużych cząstek substancji organicznych (Organik 1) od zawiesiny materiału następuje silna redukcja zawartości substancji suchej w pozostałej zawieszynie. Redukcja ta jest spowodowana usunięciem substancji suchej o wysokiej zawartości substancji suchej, na przykład kamieni o zawartości substancji suchej > 90% i odcisniętych substancji organicznych o zawartości substancji suchej > 45%. Ponadto do płukania substancji obojętnych i do płukania substancji organicznych stosuje się dodatkową wodę, która prowadzi do dalszej redukcji zawartości substancji suchej. Z pozostałej zawieszynie oddziela się w 2-gim i 3-cim stopniu sposobu dalsze substancje obojętne.

W 2-gim stopniu oddziela się gruby i drobny piasek o wielkościach ziarna około 2 - 25 mm (Inert 2, fig. 1). W następującym po nim etapie można przy użyciu drobnego sita, którego wielkość oczek jest większa niż maksymalna oddzielana wielkość substancji obojętnych wynosząca około > 3 mm, odsiać frakcję organiczną (Organik 2, fig. 1). Odsiana frakcja organiczna (Organik 2) przepłukuje się również wodą i odciska. Piasek (Inert 2), który oddziela się w tym stopniu, jest odprowadzany przez oddzielnik piasku, przepłukiwany wodą z obiegu

i przemywany czystą wodą, wobec czego odpowiednio do użycia świeżej wody powstaje albo frakcja substancji obojętnych nadająca się do składowania na wysypisku, albo frakcja piasku nadająca się do utylizacji.

Na zakończenie następuje 3-ci stopień sposobu, w którym teraz po raz pierwszy w całym przebiegu sposobu stosuje się pompę.

W wyniku usunięcia różnych frakcji substancji obojętnych i organicznych, które w większej mierze oddziela się na sucho, oraz wskutek doprowadzanych łącznie ilości wody z obiegu i wody świeżej, przesiana na wielkość około 3 mm zawiesina ma teraz o tyle większą, zawartość SC wody, że łącznie z wielkością ziarną < 3 mm i zawartością substancji suchej pomiędzy 3 - 8% nadaje się ona idealnie do umieszczonego dalej hydrocyklonu klasyfikacyjnego.

Produkt nadsitowy hydrocyklonu zawiera pozostałe drobne składniki substancji organicznych, które są wolne od drobnych minerałów. Produkt podsitowy hydrocyklonu zawiera oddzielone substancje obojętne, które jednak z uwagi na swoje rozdrobnienie są nadal częściowo zanieczyszczoną przywarta do nich substancją organiczną. Te drobne cząstki mineralne można za pomocą dalszej obróbki, na przykład spirali sortującej lub dokładnego przesiewania z płukaniem, doprowadzić do jakości umożliwiającej utylizację (Inert 3, fig. 1). Frakcję organiczną produktu nadsitowego kieruje się do dokładnego przesiewania przy około 50 - 500 μm . Powstający przy dokładnym przesiewaniu placek filtracyjny (Organik 3, fig. 1) można również odcisnąć. Dodatkowo względem łączniee frakcji powstaje woda płynąca w obiegu, która w wyniku różnych prasowań i płukań jest wzbogacona w rozpuszczone substancje organiczne.

W ten sposób duża część nadających się do fermentacji substancji organicznych jest przeprowadzana do obiegu wody, natomiast gorzej fermentujące, bogate w strukturę składniki są zawarte w odcisniętej frakcji. Wodę z obiegu należy teraz w celu zredukowania lepkości poddać kondycjonowaniu sposobem biologicznym. Jeżeli woda z obiegu nie została obrobiona, wówczas lepkość mogłaby wzrosnąć na tyle, że woda z obiegu nie nadawałaby się już do zastosowania jako czynnik rozdzielczy do oddzielania substancji obojętnych. W zakresie obróbki wody z obiegu do dyspozycji są anaerobowe sposoby oczyszczania ścieków, takie jak sposób fermentacji w złożu stałym względnie sposób fermentacji wgłębnej z zatrzymywaniem biomasy.

Ponadto możliwa jest wspólna fermentacja wody z obiegu i frakcji organicznych ze sposobem suchej lub mokrej fermentacji zawiesin zawierających substancje stałe lub sposobem perkolacji.

Lepszą rozpuszczalność substancji organicznych w wodzie z obiegu można osiągnąć poprzez termiczne kondycjonowanie przy nagrzewaniu zawiesiny do około 70°C. Równocześnie należy jednak zwrócić uwagę na to, że wyciśnięta woda wykazuje skutek kondycjonowania wyższe ChZT (Chemiczne Zapotrzebowanie Tlenu) i większą wtórną zawartość metalicznych. Zjawisko to wykorzystuje się w niniejszym wynalazku, wobec czego odcisnięte substancje organiczne, które nie przechodzą do fermentacji, zostają odkażone, podczas gdy zanieczyszczenia w wyniku kondycjonowania termicznego doprowadza się celowo do fazy ciekłej.

Zanieczyszczone substancje organiczne ulegają, zatem silnej redukcji wskutek wysokiego udziału nadających się do fermentacji, rozpuszczonych substancji organicznych, a równocześnie metale ciężkie wytrącają się wskutek tworzenia związków kompleksowych w trakcie fermentacji. Zanieczyszczenia substancjami szkodliwymi są wówczas w pierwszym rzędzie zawarte w pozostałości fermentacyjnej. Substancje organiczne po fermentacji, w przypadku czystej fermentacji z udziałem wody z obiegu, stanowią zatem element sposobu, w którym gromadzą się substancje szkodliwe.

Materiałowa, utylizację frakcji organicznych stosuje się w pierwszym rzędzie w rolnictwie jako nawozy i/lub polepszacze gleby. Substancje organiczne kompostuje się w tym celu w kompostowniach lub poddaje fermentacji w instalacjach fermentacyjnych i w stanie skompostowanym lub wysuszonym oraz zgranulowanym i stosuje się jako syпки kompost luzem względnie jako granulaty nawozowy. W przypadku utylizacji energetycznej substancję organiczną, odwadnia się w dużym stopniu mechanicznie, ewentualnie suszy i granuluje oraz wykorzystuje w instalacjach do spalania lub zgazowywania. Dla obu dróg utylizacji korzystna jest obróbka wstępna z użyciem sposobu według wynalazku.

Sposób według wynalazku można stosować korzystnie w połączeniu ze wszystkimi istniejącymi sposobami mechaniczno-biologicznymi i termicznymi, takimi jak sposoby fermentacji suchej i mokrej, sposoby perkolacji, sposoby hydrolizy, sposoby kompostowania, aerobowe i anaerobowe sposoby oczyszczania ścieków, membranowe sposoby rozdzielania do oczyszczania wody z obiegu, sposoby suszenia, sposoby granulowania oraz sposoby spalania z uprzednim suszeniem lub bez uprzedniego suszenia. Korzystnie jest także wyposażanie istniejących instalacji. Zbyt na kompost z niektórych kompostowni w celu utylizacji materia-

łowej nie jest już zapewniony z uwagi na zanieczyszczenie kompostu szkodliwymi substancjami, podobnie jak nie jest możliwe składowanie go na wysypiskach z uwagi na przepisy krajowe. Uzupełnienie o sposób według wynalazku pozwala obniżyć zawartość szkodliwych substancji we frakcjach organicznych, umożliwiając równocześnie utylizację energetyczną jako biomasy poprzez oddzielenie substancji obojętnej i zastosowanie kompostowania do suszenia frakcji organicznych.

Frakcje Inert 1, 2 i 3 powinny być korzystnie utylizowane materiałowo w przemyśle budowlanym. Dla frakcji Inert 2 i 3 w większości mieszanin substancji istnieje możliwość utylizacji materiałowej. Frakcja Inert 1, na przykład w odpadach osiedlowych, bez dodatkowej obróbki nie zawsze wykazuje jakość niezbędną do utylizacji materiałowej, wobec czego musi być składowana na wysypiskach. Ponieważ substancje ciężkie wykazują stosunkowo niewielką aktywność biologiczną, spełniają one większość krajowych kryteriów dotyczących składowania biologicznie stabilizowanych odpadów na wysypiskach. W pojedynczych przypadkach można przeprowadzić następną stabilizację.

Wiele organicznych odpadów przemysłowych o wysokim udziale substancji organicznych, ulegających łatwo rozkładowi biologicznemu, nie nadaje się często bez obróbki wstępnej, z uwagi na zanieczyszczenie substancjami ciężkimi i duże cząstki substancji organicznych, do obróbki przy użyciu prostych anaerobowych sposobów oczyszczania ścieków w celu produkcji biogazu. Dzięki sposobowi według wynalazku można przeprowadzać wymaganą obróbkę wstępną uniwersalnie dla wszystkich znanych dotychczas organicznych odpadów przemysłowych, począwszy od wyłoków pozostałych z wyciskania owoców, poprzez treść żwacza aż po gnojówkę. Najczęściej można zrezygnować z mieszaniny celem uniknięcia sedymentacji w instalacjach do zgazowywania.

Niniejszy wynalazek stanowi zatem uniwersalny sposób obróbki wstępnej, który niezależnie od zawartości szkodliwych substancji w odpadach pozwala na dopasowane do lokalnych okoliczności, elastyczne dalsze przetwarzanie. Zakres obróbki zależy od warunków finansowych i lokalnych okoliczności i może mieć charakter modułowy. Dopasowanie techniki instalacyjnej do przyszłych wymagań co do jakości frakcji w zakresie utylizacji i usuwania oraz do przyszłego ustawodawstwa w zakresie ochrony środowiska powinno być możliwe w drodze prostego rozszerzenia lub przestawienia techniki instalacyjnej.

Ponadto w sensie zdecentralizowanej gospodarki odpadami technika instalacyjna powinna nadawać się do stosowania dla jak największej ilości odpadów. Niniejszy sposób oraz ninie-

jsze urządzenie nadają się zatem do obróbki między innymi odpadów osiedlowych, bioodpadów, organicznych odpadów przemysłowych, gnojówki, odpadów ulicznych, zanieczyszczonych gruntów i pozostałości z komunalnego i przemysłowego oczyszczania ścieków. Sposób oraz realizacja sposobu są przedstawione schematycznie na podstawie urządzenia według wynalazku na następujących rysunkach, na których:

FIG. 1 Ukazuje na wykresie zmieniający się skład mieszaniny substancji w poszczególnych stopniach względnie etapach sposobu.

FIG. 2 Schematyczny przebieg sposobu w związku z urządzeniem wymaganym do realizacji.

W odniesieniu do stopni sposobu przedstawionych na fig. 1 wskazuje się na dalsze objaśnienia.

Na fig. 2 wyjaśniona jest przykładowo realizacja sposobu na podstawie przedstawionego schematycznie urządzenia. Przeznaczoną do obróbki mieszaninę substancji 1 najpierw nieznacznie się rozdrabnia i rozwłóknia, wskutek czego osiąga się lepszą zdolność do oddzielania, ponieważ niewielkie rozpuszczenie substancji włóknistych nie podnosi niepotrzebnie lepkości wody w obiegu. W poszczególnych przypadkach można także zrezygnować z dokładnego rozdrabniania mieszaniny substancji przed wprowadzeniem jej do urządzenia według wynalazku, ponieważ urządzenie jest dostosowane do wielkości cząstek do około 120 mm.

Następnie mieszaninę substancji 1 doprowadza się przez przenośnik dozujący 2, korzystnie przenośnik ślimakowy, do mieszarki 4. Mieszanina substancji zostaje przy tym już w przenośniku ślimakowym zwilżona wodą z obiegu i na wyjściu do mieszarki przepłukana wodą 5, 6 z obiegu w celu zapobieżenia zatykaniu.

Już nawilżona mieszanina substancji 3 przechodzi do mieszarki, napędzanej od dołu mieszadłem 7. Liczba obrotów mieszadła i zawartość substancji suchej w mieszarce 4 nastawia się poprzez doprowadzanie wody z obiegu w zależności od poboru prądu przez mieszadło i lepkości wody w obiegu tak, że następuje wmieszanie substancji lekkich, które wraz z całą zawiesziną opuszczają przez odpływ mieszarkę przez przenośnik 9, oraz optymalizacja kolejnych stopni oddzielania. Wmieszanie substancji lekkich jest wspomagane

uprzednim zwilżeniem przez ślimak dozujący 2 i tworzeniem leja w mieszarce, regulowanym za pomocą przeszkody zakłócającej przepływ.

1-szy stopień:

Z mieszarki 4 zawiesina 8 przechodzi do przenośnika 9. Przenośnik ma postać przenośnika ślimakowego o minimalnej średnicy około 300 mm i skoku około 150 mm. Koryto ślimaka ma kształt litery u z wolnym przekrojem powyżej ślimaka, wynoszącym około 150 mm. Przenośnik ślimakowy 9 jest tak połączony kołnierzowo z dolnym obszarem mieszarki 4, że ciężkie substancje mogą ześlizgiwać się pod kątem około 45^o do ślimaka. Zawiesina jest wtłaczana pod hydraulicznym ciśnieniem mieszarki do odpływu i przechodzi przez klasyfikator 10 o przepływie wznoszącym do sita ślimakowego 16. Przed dojściem do klasyfikatora 10 o przepływie wznoszącym zawiesina rozkłada się wzdłuż ślimaka 9, przy czym substancje ciężkie nie są porywane do klasyfikatora 10 o przepływie wznoszącym, lecz zostają odprowadzone przez poruszający się powoli ślimak 9. Ponieważ opadające substancje ciężkie są nadal obciążone przywartymi do nich i zatrzymanymi substancjami organicznymi, ślimak 9 jest w obszarze klasyfikatora 10 o przepływie wznoszącym przepłukiwany pochodzącą z 2-giego stopnia wodą 11 z obiegu. Substancje ciężkie, transportowane przez przenośnik ślimakowy 9 przez obszar klasyfikatora 10 o przepływie wznoszącym, są teraz dodatkowo splukiwane czystsza, wodą 12 z obiegu, pochodzącą, z 3-ciego stopnia. W obszarze nad poziomem zawiesziny w ślimaku 9 substancje ciężkie są przepłukiwane do czystą oczyszczoną wodą z obiegu lub świeżą wodą 13 i wyrzucane z systemu jako pierwsza frakcja obojętna 15 do kontenera lub do innego miejsca przekazywania.

Opisany powyżej, kaskadowy system płukania, w którym po procesie wymywania stosuje się zawsze do płukania coraz czystsza wodę, pozwala osiągnąć mniejsze zużycie oczyszczonej wody z obiegu względnie świeżej wody i wyższą jakość pozostałej substancji.

Substancje lekkie 14, odprowadzane przez klasyfikator 10 o przepływie wznoszącym, odsiewa się za pomocą sita ślimakowego 16 o szerokości szczeliny około 30 mm. Celem uniknięcia warstwy kożucha zawieszinę z substancjami lekkimi doprowadza się do sita ślimakowego 16 przez zamkniętą kształtkę rurową. Zawiesziny pływające są, tym samym w sposób wymuszony kierowane do obszaru łopatek sita ślimakowego 16 poniżej poziomu cieczy, transportowane i przesiewane. Dla polepszenia wyniku przesiewania doprowadza się wodę 18 z obiegu do płukania sita ślimakowego 16. W tylnej części sita ślimakowego przeprowadza się wstępne prasowanie substancji lekkich 22.1, zanim przekaże się sub-

stancje lekkie 22.1 do prasopłuczki 19. W prasopłuczce substancje lekkie płucze się świeżą wodą 20 lub oczyszczoną wodą z obiegu, odwadnia do wysokich stopni odwodnienia, sięgających 60% zawartości substancji suchej, i postaci makuchu lub pierwszej frakcji organicznej 22 wyrzuca do kontenera lub przekazuje odpowiednim urządzeniom transportowym. Przesianą zawiesinę 17 i wodę 21 z tłoczenia kieruje się bez pomp do odstojnika 23.

2-gi stopień:

W 2-gim stopniu sposobu oddzielania zawiesina 17, 21 przechodzi do odstojnika 23, zbudowanego na zasadzie klasyfikatora piaskowego. Substancje ciężkie opadają do ślimaka zsypanego 24, substancje lekkie przechodzą przez przelew do szczelinowego sita ślimakowego 29. W sicie ślimakowym substancje lekkie przepłukuje się wodą 30 z obiegu, pochodzącą z 3-ciego stopnia, świeżą wodą 31 lub oczyszczoną wodą z obiegu i odwadnia do 45% zawartości substancji suchej. Odwodniona druga frakcja organiczna 32 jest wyrzucana do kontenera lub przekazywana odpowiednim urządzeniom transportowym.

Oddzielane w ślimaku zsypanym 24 substancje ciężkie oczyszcza się z substancji lekkich za pomocą kaskadowego systemu płukania najpierw przy użyciu wody 25 z obiegu, a następnie oczyszczonej wody z obiegu lub świeżej wody 26, płucze i jako drugą frakcję obojętną 28 wyrzuca do kontenera odwadniającego lub umieszczonych dalej urządzeń transportowych. Przesianą zawiesinę 33 o wielkości ziarna mniejszej niż 3 mm kieruje się do zbiornika 34 filtratu.

3-ci stopień:

Ze zbiornika filtratu 2-go stopnia nadającą się do pompowania zawiesinę 51 zawraca się przez pompę wirnikową, 55 jako wodę z obiegu do płukania lub podaje przez następną pompę wirnikową 35 do hydrocyklonu 36. Zawiesina 37.1, wynoszona przez rurę nurkową hydrocyklonu, zawiera nadal nadające się do odsiania, organiczne substancje włókniste i cząstki, które przesiewa się dwustopniowo za pomocą sita wibracyjnego 43, najpierw przy około 200 µm, a następnie przy około 50 µm. W celu polepszenia jakości przesiewania można sito przepłukać. Pozostałość 44 po przesiewaniu, która została wstępnie odwodniona statycznie do około 20% zawartości substancji suchej, odwadnia się dodatkowo w prasie ślimakowej 45 do około 40% zawartości substancji suchej i odprowadza w postaci makuchu lub trzeciej frakcji organicznej 49. Woda 46 z tłoczenia przedostaje się do zbiornika 47, a następnie jest przez pompę 48 doprowadzana ponownie do sita 43. Przesiana zawiesina 50 przedostaje się pod wpływem siły ciężkości do zbiornika 52 filtratu.

Frację ciężką 37.2 z odpływu hydrocyklonu doczyszczają się za pomocą spirali sortującej 38. Wskutek specjalnie ustawianych parametrów przepływu w spirali sortującej 38 doprowadza się wodę 58 z obiegu. Oczyszczona frakcja ciężka kieruje się do kąpielni uspokajającej z odprowadzeniem 39 piasku, natomiast zanieczyszczona substancjami organicznymi frakcja ciężka 42 jest przez zbiornik 34 filtratu, należący do 2-go stopnia, zawracana do hydrocyklonu. Wodę 41 z płukania kieruje się również do zbiornika 34 filtratu, należącego do 2-go stopnia. Pozostałą frakcję ciężką po przepłukaniu świeżą wodą 37.3 odwadnia się przy użyciu ślimaka 39 i oddziela jako trzecią frakcję obojętną 40.

Nadmiar wody doprowadza się jako ścieki 53 przez przelew ze zbiornika 52 filtratu, należącego do 3-ciego stopnia, do systemu oczyszczania wody w obiegu, który na tyle oczyszcza wodę w obiegu, że można ją ponownie użyć jako wodę do oddzielania i płukania.

W razie potrzeby można nagrzewać cały system przez wymiennik ciepła 56.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób mechanicznej obróbki na mokro mieszaniny substancji, zwłaszcza odpadów każdego rodzaju, składającej się z substancji obojętnych, wody oraz substancji organicznych z udziałem substancji rozpuszczalnych w wodzie i nadających się do przemiany biologicznej, przy czym wodę stosuje się jako środek do rozpuszczania, płukania i rozdzielania, znamienny tym, że najpierw miesza się mieszaninę substancji w mieszarce (4) w sposób ciągły z wodą jako środkiem do rozdzielania i płukania, nie oddzielając przy tym składników mieszaniny, aż do osiągnięcia zawartości substancji suchej od 15% do 25%, że w 1-szym stopniu
 - mieszaninę substancji wyprowadza się z mieszarki (4) za pomocą, przenośnika (9), przy czym wskutek dodania wody (11, 12) lekkie składniki pozostają rozpuszczone w mieszaninie stało/ciekłej o zawartości substancji suchej od 10% do 20%, natomiast ciężkie składniki osadzają się i zostają oddzielone przy użyciu przenośnika jako pierwsza obojętna frakcja ciężka (15) o wielkości ziarna > 25 mm,
 - z pozostałej mieszaniny stało/ciekłej (14) odsiewa się organiczne substancje lekkie o wielkości ziarna od 30 do 120 mm jako pierwszą organiczną frakcję lekką (22),

- płucze się ją i odciska, że w 2-gim stopniu
- z pozostałej zawiesiny o ustalonej zawartości substancji suchej od 6% do 12% odzienia się najpierw obojętne substancje ciężkie (28) o wielkości ziarna od 2 - 25 mm pod działaniem siły ciężkości, a następnie dalsze organiczne substancje lekkie (32) o wielkości ziarna od 3 do 30 mm w drodze przesiewania i płukania; że w 3-cim stopniu
 - z pozostałej zawiesiny o ustalonej zawartości substancji suchej od 3% do 8% odzienia się dalsze obojętne substancje ciężkie (40) o wielkości ziarna od < 2 mm pod działaniem siły odśrodkowej, a następnie dalsze organiczne substancje lekkie (49) o wielkości ziarna od 150 µm do 3 mm w drodze przesiewania i płukania.
2. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że W stopniu od 1-szego do 3-ciego jako środek do rozpuszczania, płukania względnie rozdzielania stosuje się świeżą wodę względnie wodę z obiegu, składającą się z nieobrobionego i/lub oczyszczonego filtratu względnie ścieków z 2-go i/lub 3-go stopnia.
3. Sposób według jednego z zastrz. 1 albo 2, znamienny tym, że w 1-szym stopniu produkt wyjściowy (8) z mieszarki (4) oddziela się za pomocą przenośnika ślimakowego (9), który w górnym obszarze ma wystarczająco dużo wolnej powierzchni przekroju, wobec czego jedną część, składającą się głównie z substancji lekkich, odciąga się nad ślimakiem bezpośrednio do klasyfikatora (10) o przepływie wznoszącym, zaś drugą część, składającą się głównie z substancji ciężkich, oczyszcza się następnie wodą (13) do płukania z substancji lekkich i odprowadza przez przenośnik ślimakowy (9), przy czym korzystnie w 1-szym stopniu substancje lekkie (14) odprowadza się pod wpływem ciśnienia hydraulicznego wywołanego stanem cieczy w mieszarce (4), ciśnienia wstępnego wywołanego przez pompy (54, 55) do płukania wodą oraz doprowadzania świeżej wody (13) przez klasyfikator (10) o przepływie wznoszącym do odsiewania (16) lub w 1-szym stopniu substancje ciężkie płucze się kaskadowo filtrem 2-go stopnia (11) i oczyszczonym filtrem 3-go stopnia (12) oraz świeżą wodą (13), przy czym osadzające się substancje ciężkie oczyszcza się z rozpuszczonych substancji organicznych, substancji lekkich i drobniejszych substancji ciężkich, korzystnie tak, że w 1-szym stopniu stosuje się dodatkowo sprężone powietrze do płukania substancji ciężkich w przenośniku (9).

4. Sposób według zastrz. 3, znamienny tym, że odprowadzone w 1-szym stopniu obojętne substancje ciężkie (15) rozdrabnia się za pomocą kruszarki i po rozdrobnieniu dodaje w celu dalszego oczyszczenia albo do mieszaniny substancji 2-go stopnia, przy rozdrobnieniu mniejszym niż 15 mm, albo do mieszaniny substancji 3-go stopnia, przy rozdrobnieniu mniejszym niż 3 mm, przy czym przed rozdrabnianiem oddziela się metale za pomocą oddzielacza do metali.
5. Sposób według jednego z zastrz. 1 do 4, znamienny tym, że filtrat (33) 2-go stopnia przechodzi najpierw do zbiornika (34) filtratu i stamtąd w 3-cim stopniu jest doprowadzany do hydrocyklonu (36), za pomocą którego, zależnie od zawartości substancji suchej i lepkości filtratu, oddziela się substancje ciężkie o wielkości ziarna do 50 - 150 μm , przy czym korzystnie odpływ (37.2) hydrocyklonu klasyfikuje się i płucze poprzez spiralę sortującą (38) z dodatkiem wody (58) z obiegu, przy czym oczyszczoną frakcję ciężka płucze się za pomocą odstojnika z wyprowadzeniem ślimakowym (39) poprzez płukanie świeżą wodą (37.3) i odwadnia oraz zanieczyszczoną, substancjami organicznymi frakcję ciężką i wodę (41) z płukania zawraca się do zbiornika (34) filtratu, należącego do 2-go stopnia, lub odpływ (37.2) hydrocyklonu płucze się przez sito wibracyjne świeżą wodą i odwadnia lub przelew (37.1) hydrocyklonu doprowadza się do sita wibracyjnego (43), odsiane cząstki płucze się świeżą wodą, i/lub filtratem, wstępnie zagęszczony placek filtracyjny (44) odwadnia się mechanicznie za pomocą prasy ślimakowej (45) i wyciśniętą wodę zawraca się do sita wibracyjnego (43).
6. Sposób według zastrz. 5, znamienny tym, że filtrat (50) z sita wibracyjnego (43) obrabia się całkowicie lub częściowo, aerobowo lub anaerobowo, w celu zredukowania lepkości, uwarunkowanej wzbogaceniem w rozpuszczone substancje organiczne, a następnie doprowadza się ponownie do sposobu jako wodę z obiegu, przy czym korzystnie filtrat (50) doprowadza się do następnego zbiornika (52) filtratu, przy czym czas przebywania filtratu (50) w tym zbiorniku, podobnie jak czas przebywania filtratu (33) 2-go stopnia w ustawionym przed hydrocyklonem zbiorniku (34) filtratu dobiera się poprzez odpowiedni dobór wymiarów zbiornika tak, że zachodzi hydroliza filtratu, a ponadto korzystnie częściowy strumień filtratu (53) ze zbiornika (52) oczyszcza się w drodze anaerobowej obróbki ścieków i oczyszczony odpływ z obróbki ścieków wykorzystuje się ponownie w sposobie jako wodę z obiegu, przy czym skutek niskiej wartości pH wody z obiegu osiąga się większą rozpuszczalność frakcji organicznej.

7. Sposób według zastrz. 6, znamienne tym, że obrobiony aerobowo lub anaerobowo filtrat 3-go stopnia przed zawróceniem do sposobu oczyszcza się z substancji szkodliwych i/lub z soli za pomocą systemów mikrofiltracyjnych, nanofiltracyjnych lub systemów odwróconej osmozy, przy czym dzięki oczyszczonej wodzie w obiegu redukuje się w sposobie stężenie szkodliwych substancji mieszaniny.
8. Sposób według jednego z zastrz. 6 albo 7, znamienne tym, że wodę (57) z obiegu przed zawróceniem do sposobu podgrzewa się za pomocą wymiennika ciepła (56) do 30 - 85°C celem poprawy wydajności rozdzielania całego systemu, stopnia odwodnienia frakcji organicznych, rozpuszczalności substancji organicznych nadających się do fermentacji i sterylizacji poszczególnych frakcji i oraz ustawienia temperatury równej 35°C lub 55°C, wymaganej do fermentacji ścieków (53) i/lub frakcji substancji lekkich (22, 32, 49), i/lub że do fermentacji ścieków (53) oraz wszystkich lub poszczególnych frakcji substancji lekkich (22, 32, 49) stosuje się sposób znany ze stanu techniki, zwłaszcza sposób fermentacji suchej, jak też sposób fermentacji mokrej, przy czym korzystnie oddzielone w stopniach od 1-go do 3-go frakcje substancji lekkich (22, 32, 49) przy fermentacji nastawia się na zadany stopień odwodnienia i poddaje dodatkowemu rozdrabnianiu.
9. Sposób według jednego z zastrz. 1 do 8, znamienne tym, że oddzielone w stopniach od 1-go do 3-go frakcje substancji lekkich (22, 32, 49) odwadnia się w dużym stopniu mechanicznie i/lub w celu energetycznego lub materiałowego wykorzystania jako suchy nawóz obrabia się je dodatkowo termicznie lub termiczno-biologicznie i suszy, przy czym korzystnie wysuszone termicznie frakcje substancji lekkich (22, 32, 49) stosuje się po granulowaniu w celu poprawy dostępności dla roślin jako granulatu nawozu suchego lub wysuszone frakcje substancji lekkich (22, 32, 49) stosuje się jako środek pomocniczy przy granulacji paliw zastępczych, takich jak odpady opakowaniowe, lub uzdatnionego produktu adsorbentowego z mechaniczno-biologicznych instalacji uzdatniających, wskutek czego równocześnie poprawia się termiczna stabilność granulatu paliwowego przy zastosowaniu w sposobach zgazowywania szybkiego.
10. Urządzenie do realizacji sposobu według jednego z poprzednich zastrz., składające się z układu umieszczonych kolejno po sobie
 - przenośnika dozującego (2), mieszarki (4), przenośnika ślimakowego (9), klasyfika-

- tora (10) o przepływie wznoszącym, urządzenia sitowego (16) i prasy (19)
- w 1-szym stopniu sposobu
 - odstojnika (23), ślimaka zsykowego (24), urządzenia sitowego (29) i zbiornika (34) filtratu
 - w 2-gim stopniu sposobu
 - pompy wirnikowej (35) , hydrocyklonu (36) , sita wibracyjnego (43) i prasy ślimakowej (45) oraz, za hydrocyklonem, spirali sortującej (38), kąpieli uspokajającej z odprowadzeniem (39) piasku
 - w 3-cim stopniu sposobu.

FIG.1

1/2



