

316-11

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY

83742

Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 30.03.1972 (P. 154416)

Pierwszeństwo: 01.04.1971 dla zastrz. 1, 3, 7.

01.07.1971 dla zastrz. 19 i 20.

08.10.1971 dla zastrz. 2,

4—6, 8—18.

Republika Federalna Niemiec

Zgłoszenie ogłoszono: 20.04.1973

Opis patentowy opublikowano: 31.07.1976

MKP C02c 1/04

Int. Cl.²

C02C 1/04

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórcy wynalazku: August Schreiber, Berthold Schreiber, Erhard Schreiber

Uprawniony z patentu: August Schreiber, Hannover (Republika Federalna Niemiec)

Sposób filtrowania i biologicznego oczyszczania zanieczyszczonych wód i filtracyjne złożo zraszane do stosowania tego sposobu oraz sposób wytwarzania materiału wypełniającego stosowanego w tym złożu

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób filtrowania i biologicznego oczyszczania zanieczyszczonych wód i filtracyjne złożo zraszane do stosowania tego sposobu oraz sposób wytwarzania materiału wypełniającego stosowanego w tym złożu.

Znany jest sposób filtrowania i biologicznego oczyszczania ścieków za pomocą filtracyjnego złoża zraszanego, przy którym ścieki, uprzednio mechanicznie oczyszczone, równomiernie rozprowadzone za pomocą drobnoziarnistego materiału wypełniającego, tworzącego pory, przesąca się przez ten materiał wypełniający w ciągu tak długiego czasu, że w miarę jego upływu następuje coraz większe pokrycie powierzchni ziarn wypełnienia szlamem i mikroorganizmami oraz coraz znaczniejsze zmniejszenie się przestrzeni między ziarnami wypełnienia na skutek powstających na nich narostów szlamu. Następnie przez przepłukanie wypełnienia od dna złoża ku jego górnej powierzchni usuwa się z powierzchni ziarn znaczną część osadzonego na nich szlamu i wreszcie ponownie przesąca się ścieki przez oczyszczone ze szlamu wypełnienie złoża.

W sposobie tym stosuje się w filtracyjnym złożu zraszanym drobnoziarniste wypełnienie o wielkości ziarna w granicach od 2,5 do 10 mm.

Przy takim drobnoziarnistym wypełnieniu można znacznie zwiększyć obciążenie złoża, a więc poprawić znacznie jego działanie oczyszczające, przez tak zwany obieg zwrotny wypełnienia. Wy-

2

pełnienie jest przy tym płukane ręcznie lub przy większych urządzeniach, powietrzem i wodą za pomocą pompy mamutowej. W ten sposób z mieszaniny wypełnienia i szlamu usuwany jest szlam, a wypełnienie w stanie czystym jest dalej wykorzystywane do oczyszczania wody w złożu zraszanym.

Wyżej opisanym, znanym sposobem uzyskuje się bardzo dobre wyniki oczyszczania. Jednakże przy praktycznym wykonywaniu tego sposobu występują poważne trudności. Trudności te polegają na tym, że jako materiał wypełniający stosuje się stosunkowo ciężkie i twarde materiały jak szarogłaz, żwir pumeksowy, żużel. Prowadzi to, przy wspomnianym obiegu zwrotnym, do silnego ścierania się samych ziaren wypełnienia oraz ścierania części stykających się z wypełnieniem, takich jak przewody rurowe itp.

Ścieranie to jest nieuniknione i dlatego sposób ten został bardzo szybko zaniechany i nie jest dalej rozpracowywany.

Celem wynalazku jest wyeliminowanie wspomnianych trudności związanych ze znanym, opisanym wyżej sposobem filtracji i oczyszczania biologicznego wód zanieczyszczonych.

Dla osiągnięcia tego celu postawiono sobie zadanie opracowania sposobu oczyszczania oraz złoża zraszanego do stosowania tego sposobu umożliwiającego oczyszczanie wód w filtracyjnym złożu zraszanym na skalę techniczną przy jednoczesnym

wyeliminowaniu wspomnianego wyżej silnego ścierania wypełnienia i części współpracujących oraz niewielkim zużyciu energii do procesu oddzielania szlamu i przy krótkim czasie trwania tego procesu.

Zadanie to rozwiązano według wynalazku przez opracowanie sposobu polegającego na tym, że jako wypełnienie złoża stosuje się materiał ziarnisty, odporny na ścieranie, o ciężarze właściwym niższym niż 1 g/cm^3 , a w celu odszlamowywania złoża wypełnia się je wodą płuczącą, następnie mieszaninę wypełnienia, szlamu, wody i dodatkowo doprowadzonej wody płuczącej wprawia się w ruch za pomocą sprężonego powietrza lub mieszadeł, oddziela się większą część szlamu w postaci jego mieszaniny z wodą, a mieszaninę szlamu z wodą odprowadza się na zewnątrz złoża, złoże zaś zrasza się ponownie wodą przeznaczoną do oczyszczania.

Zastosowanie drobnoziarnistego, odpornego na ścieranie wypełnienia o wyżej wspomnianym ciężarze właściwym w połączeniu z płukaniem lub odszlamowywaniem wypełnienia w samym złożu zraszanym, które w normalnej oczyszczalni nie jest wypełnione wodą, jest rozwiązaniem nowym.

Rozwiązanie według wynalazku daje po raz pierwszy możliwość wprowadzenia na skalę techniczną znanego sposobu pozwalającego na dobre oczyszczenie ścieków i duże obciążenie filtracyjnych złóż zraszanych. Możliwość ta powstała dzięki nowemu prowadzeniu odszlamowywania oraz dzięki zastosowaniu stosunkowo lekkiego wypełnienia o niewielkim ciężarze w stosunku do wody oraz bez właściwości ściernych.

W celu usunięcia nadmiernej ilości szlamu zgodnie ze sposobem według wynalazku, zbiornik zawierający złoże wypełnia się wodą. Wypełnienie tylko pływa w wodzie i tworzy z nią i z nagromadzonym szlamek gruboziarnistą zawiesinę, łatwo przemieszczalną za pomocą sprężonego powietrza i łatwo mieszalną środkami mechanicznymi, przy czym szlam odpada z ziaren wypełnienia i w postaci zagęszczonej daje się od wypełnienia oddzielić za pomocą sił o niewielkim prześwicie oczek mniejszym od średnicy ziaren wypełnienia. Po oddzieleniu szlamu spuszcza się wodę ze zbiornika zawierającego złoże zraszane, a opróżnione z wody złoże zrasza się ponownie mechanicznie oczyszczonymi ściekami i przedmuchiwa powietrzem potrzebnym do przemian biologicznych zachodzących znowu w wypełnieniu.

Filtracyjne złoże zraszane jest znowu w ciągu kilku minut gotowe do dalszej eksploatacji i oczyszcza ścieki biologicznie dzięki pozostałościom czynnego biologicznie szlamu i zatrzymuje szlam pozostały oraz nowo utworzony w wolnych przestrzeniach pomiędzy ziarnami wypełnienia dopóki przepływ wód oczyszczanych i powietrza nie zostaje znowu tak utrudniony, że konieczne jest znowu usunięcie szlamu ze złoża.

Wypłukiwanie szlamu obejmujące wszystkie strefy złoża powinno przebiegać możliwie szybko. Celowe jest, gdy nie jest przemieszczana cała zawartość wypełnienia znajdującego się w złożu, a tym samym odszlamowywana, lecz odszlamowy-

wanie po napełnieniu złoża wodą i doprowadzeniu dodatkowej wody płuczącej przebiega oddzielnie w różnych strefach złoża, w których powstaje szlam różniący się pod względem ilościowym i biologicznym. We wszystkich oczyszczonych strefach złoża odszlamowywanie powinno się odbywać za pomocą oddzielnych dla każdej strefy urządzeń odszlamowujących.

Odszlamowywanie, zgodnie z wynalazkiem prowadzi się w różnych strefach jednocześnie lub oddzielnie, ale bez jednoczesnego zmieszania się ze sobą wypełnienia stref, w których znajdują się różne mikroorganizmy. Dzięki takiej obróbce złoża, mikroorganizmy powstałe w poszczególnych strefach oczyszczania, których to organizmów nie da się całkowicie wypłukać, pozostają w danej strefie rozwijając się dalej w swoisty sposób, bez przenikania na przykład mikroorganizmów z górnej strefy oczyszczania do dolnej i odwrotnie, co powodowałoby wzajemny niekorzystny wpływ jednych mikroorganizmów na drugie. Dzięki takiemu podziałowi na strefy następuje szybkie, odpowiadające lokalnym warunkom biologicznym, odszlamowywanie danej strefy.

Dalsza cecha sposobu według wynalazku polega na tym, że dobór ziarnistości wypełnienia, chwili odszlamowywania, stopnia napowietrzenia oraz ilości wypełnienia i jego obciążenia na jednostkę przestrzenną, oczyszcza się w tak znacznym stopniu, że odpływ ze złoża korzystnie jest bezpośrednio odprowadzony do zbiornika wody czystej lub użyty ponownie do innego celu.

Znanymi sposobami nie jest możliwe oczyszczanie wody w jednym filtracyjnym złożu zraszanym tak, aby mogła być ona odprowadzana bezpośrednio do zbiornika wody czystej, to jest bez pośredniego przeprowadzania przez dalszy zbiornik oczyszczający.

Oprócz strefowo wykonywanego odszlamowywania, korzystnie jest w celu zatrzymania drobniejszych cząstek szlamu, koloidów, fosforanów oraz innych szkodliwych substancji, przepuszczanie ścieków, w dolnej części złoża, poprzez wypełnienie i dodatkowy materiał filtracyjny o ciężarze właściwym od 1 g/cm^3 i o uziarnieniu nie przekraczającym 1 mm .

Aby przepływające w przeciwnym kierunku powietrze nie utrudniło przepływu wody przez ten drobnoziarnisty materiał filtracyjny napowietrzanie złoża zraszanego prowadzi się za pomocą rusztu umieszczonego ponad drobnoziarnistą warstwą wypełnienia zawierającego dodatkowy materiał filtracyjny. Dzięki temu złoże zraszane korzystnie napowietrza się od miejsca umieszczenia rusztu, a powietrze przepływa zarówno ku górze jak też, w mniejszej ilości, również w kierunku przepływu wody przez drobnoziarnistą warstwę wypełnienia zmieszanego z dodatkowym materiałem filtracyjnym. Ponadto ziarnistość tej drobnoziarnistej warstwy wypełnienia, składającego się na przykład z drobnego żwiru i dodatkowego materiału filtracyjnego, dobiera się w zależności od wypłukiwanych przez filtrowaną wodę drobnych cząstek szlamu, a mianowicie koloidów, bakterii, fosforanów i podobnych szkodliwych substancji,

które są zatrzymywane w drobnoziarnistej warstwie wypełnienia przez dodatkowy materiał filtracyjny.

Przy niedostatecznym działaniu oczyszczającym danego oczyszczalnika, odpływy z tego oczyszczalnika są korzystnie jeszcze dodatkowo oczyszczane i dopiero wtedy odprowadzane do zbiornika wody czystej.

Korzystnie jest również zgodnie z wynalazkiem, że ścieki, zwłaszcza ścieki przemysłowe, po ich niewielkim oczyszczeniu mechanicznym są oczyszczane przez dwa szeregowo połączone filtracyjne złoża zraszane, z których pierwsze jest częściej płukane niż drugie. Znajduje to zastosowanie zwłaszcza przy ściekach przemysłowych, ponieważ w tym przypadku ścieki muszą być oczyszczane dla ponownego ich wykorzystania.

Ponadto korzystne jest, gdy oczyszczalnik zawierający drobnoziarniste złożo zraszane, jest podzielony na wiele stref oczyszczania usytuowanych jedna za drugą, a wodę podaje się do wszystkich stref za pomocą jednego urządzenia zraszającego, przy czym każdą ze stref płucze się niezależnie od pozostałych.

Przedmiotem wynalazku jest również filtracyjne złożo zraszane służące do wykonywania sposobu według wynalazku, charakteryzujące się tym, że stanowi je złożo wodoszczelne, a znajdujące się w tym złożu wypełnienie składa się z materiału odpornego na ścieranie, o ciężarze właściwym poniżej 1 g/cm³ lub do 1 g/cm³, przy czym ziarna wypełnienia mają kształt krótkich walców o niewielkiej wysokości, kulek, soczewek, rurek lub podobnych, a wielkość tych ziaren wynosi poniżej 6 mm, samo zaś złożo wyposażone jest w urządzenie do rozprowadzania wód ściekowych, płukania złoża, wprowadzanie wypełnienia w ruch cyrkulacyjny i mieszania go, wypełnianie złoża wodą płuczącą, odprowadzanie nadmiaru szlamu, napowietrzanie oraz odprowadzanie oczyszczonych wód.

Jedną z ważniejszych zalet filtracyjnego złoża zraszanego jest to, że oprócz łatwości prowadzenia oczyszczania sposobem według wynalazku, jest możliwość dużego obciążenia złoża, co wynika ze znacznie większej powierzchni czynnej złoża w porównaniu do złożów konwencjonalnych o ziarnistości 40 do 60 mm.

Celowym jest, gdy dla ograniczenia poszczególnych stref oczyszczających złoża, umieszczonych jedna nad drugą, zastosowane są ruszty odszlamowujące, za pomocą których poszczególne strefy kolejno lub pojedynczo są odszlamowywane, przy czym w zasadzie nie następuje zmieszanie wypełnienia jednej strefy z wypełnieniem strefy sąsiedniej.

Jedną z ważniejszych zalet takiego rozwiązania jest fakt, że za pomocą rusztów, utworzonych na przykład z rur, w łatwy sposób, po wypełnieniu całej objętości złoża, doprowadza się dalsze porcje wody na górną powierzchnię lub ponad dnem złoża, bądź też za pomocą innego rusztu doprowadza się wodę płuczącą lub powietrze, przy czym przez doprowadzenie powietrza uwolniony z wypełnienia szlam przedostaje się do przewodu odprowadzają-

cego. Przy tym utrzymane zostaje wypełnienie wodą przestrzeni międzyziarnowej złoża, podczas gdy dodatkowo doprowadzana woda płucząca przemywa daną strefę, na przykład strefę górną, bądź strefę sięgającą od dna złoża do dolnego rusztu. W tych przepłukiwanych strefach szlam zawarty w złożu zraszonym jest wypłukiwany do jednego lub kilku otwartych rusztów odszlamowujących, gdzie poprzez szczelinowe otwory dostaje się do ich wnętrza i jest dalej odprowadzany poza złożo.

Korzystnie, w przypadku dużych ilości ścieków złożo filtracyjne zraszane ma przekrój prostokątny lub przekrój kołowy.

Przedmiotem wynalazku jest również sposób wytwarzania drobnoziarnistego wypełnienia stosowanego w sposobie i/lub w złożu zraszonym według wynalazku.

Zgodnie ze sposobem wytwarzania wypełnienia według wynalazku, dla zwiększenia odporności wypełnienia na ścieranie i jego działanie wychwytyającego mikroorganizmy, miesza się tworzywo sztuczne lub odpady tego tworzywa z mineralnymi lub odpornymi na ścieranie materiałami, nadającymi się do wychwytywania i propagacji wzrostu mikroorganizmów, takim jak mączka gliniana, ziemia okrzemkowa, kaolina, kreda, drobnoziarnista mączka żużlowa itp., mieszaninę tę podgrzewa się a z podgrzanej mieszaniny formuje się płaskie pręty lub taśmy z kulistymi wytłoczeniami, następnie po ostudzeniu rozdziela się pręty lub taśmy, przez nacinanie, rozrywanie lub szlifowanie, na pojedyncze ziarna wypełnienia mające postać krótkich walców, kulek, soczewek, krótkich rurek lub innych brył obrotowych o ciężarze właściwym poniżej 1 g/cm³ lub najwyżej 1 g/cm³ i wielkości nie przekraczającej 6 mm odpornych na działanie ścieków i na ścieranie oraz mających powierzchnię o dobrych zdolnościach wychwytywania mikroorganizmów.

Dzięki otrzymanym okrągłym powierzchniom ziarn wypełnienia uzyskuje się nie tylko dużą powierzchnię właściwą wypełnienia, ale również zwiększają się przestrzenie wolne pomiędzy poszczególnymi ziarnami wypełnienia tak, że możliwy jest przepływ wody i powietrza przy niewielkim oporze jak również większa ilość szlamu może się osadzać na powierzchni ziaren w przestrzeni międzyziarnowej. W przypadku sposobu według wynalazku ziarna minerałów lub materiału trudno ścieralnego pokryte są tworzywem sztucznym, które stanowi dla każdego ziarna ciągłą osłonę.

Dzięki temu cała struktura zestalonej masy jest odporna na ścieranie chociaż dodane domieszki, takie jak ziemia okrzemkowa mają tylko niewielką wytrzymałość.

Na skutek przechodzenia gęstopłynnego tworzywa sztucznego przez dyszę wytłaczarki podczas formowania pręta lub taśmy powierzchnie wytwarzanych brył uzyskują dużą gładkość. Również miejsca przecięcia poprzeczne do osi pręta, na skutek jednorodnej struktury tworzywa, są bardzo gładkie. W związku z tym działanie kontaktowe i adsorpcyjne jak również przywieranie

mikroorganizmów w przypadku takich gładkich powierzchni są bardzo słabe.

Jeśli zgodnie z wynalazkiem tworzywo sztuczne jest formowane wraz z lekkim, odpornym na ścieranie materiałem wypełniającym, to powierzchnie zewnętrzne pozostają również gładkie. Jednakże przez obróbkę w młynie, włączonym w linię produkcyjną, cząstki wypełnienia znajdujące się pod powierzchnią zewnętrzną i powierzchnią przekrojów zostają częściowo uwolnione z tworzywa tak, że gotowe kuliste ziarenka wypełnienia, na skutek wzajemnego ocierania się w młynie, mają szorstką powierzchnię, do której zanieczyszczenia i mikroorganizmy lepiej przywierają i mogą się łatwiej odkładać niż to ma miejsce w przypadku gładkiej powierzchni czystego tworzywa sztucznego. Dlatego też działanie oczyszczające materiału wypełniającego jest bardzo zadowalające, zwłaszcza z tego względu, że mikroorganizmy mogą silnie przywierać do powierzchni ziarn i nawet przy wypłukiwaniu szlamu nie są całkowicie splukiwane z tych powierzchni.

Ciężar właściwy tworzywa sztucznego oraz ciężar właściwy wypełniacza, w postaci materiału odpornego na ścieranie, są tak dobierane, aby gotowy produkt miał niewielką masę właściwą wynoszącą poniżej 1 g/cm^3 , a najwyżej 1 g/cm^3 .

Płynna mieszanina tworzywa sztucznego i wypełniacza jest wytłaczana pod ciśnieniem poprzez otwory lub dysze o średnicy około 5 mm, po czym wychodzący z dyszy materiał, w postaci pręta, jest przeprowadzany przez kąpiel wodną i tym samym chłodzony.

Następnie pręty te są doprowadzane np. do urządzenia przecinającego, gdzie są rozcinane, a następnie oszlifowywane do uzyskania formy kulistej.

Jako odpady tworzywa sztucznego korzystnie ponownie dodaje się do produktu wyjściowego tworzywo starte przy szlifowaniu, dzięki czemu nie występują żadne poważniejsze straty produktu wyjściowego.

Przedmiot wynalazku jest objaśniony na przykładach wykonania przedstawionych na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia filtracyjne złoże zraszane według wynalazku dla małych ilości ścieków w przekroju wzdłuż linii A—A oznaczonym na fig. 2, przy czym po lewej stronie rysunku pokazano złoże w czasie pracy, a po prawej stronie w czasie odszlamowywania, fig. 2 — złoże z fig. 1 w widoku z góry, fig. 3 — złoże według wynalazku przeznaczone dla dużej ilości ścieków, pokazane w przekroju wzdłuż linii B—B oznaczonym na fig. 2, przy czym po lewej stronie przedstawiono złoże w czasie pracy, a po prawej w czasie odszlamowywania, fig. 4 — złoże z fig. 3 w widoku z góry i w przekroju wzdłuż linii CDEF oznaczonym na fig. 3, fig. 5 — złoże dla małych oczyszczalni w przekroju pionowym, fig. 6 — złoże z fig. 5 w widoku z góry, fig. 7 — złoże z fig. 5 w przekroju poziomym wzdłuż linii A—A oznaczonym na fig. 5, fig. 8 — złoże z fig. 5 w przekroju poziomym wzdłuż linii B—B oznaczonym na fig. 5, fig. 9 — przewód odszlamowujący

wraz z leżącym poniżej przewodem napowietrzającym, fig. 10 — fragment przewodu pokazanego na fig. 9 w widoku z boku wraz ze znajdującym się poniżej przewodem napowietrzającym, fig. 11 — schemat zraszanego złoża filtracyjnego o przekroju kołowym w widoku z góry, fig. 12 — schemat zraszanego złoża filtracyjnego o przekroju prostokątnym w widoku z góry a fig. 13 — schemat zraszanego złoża filtracyjnego o przekroju pierścieniowym również w widoku z góry.

Jak widać na fig. 1 i 2 filtracyjne złoże zraszane posiada zbiornik mający dno 1 w kształcie płaskiego stożka pochylonego ku środkowi zbiornika. W obrębie środkowej części dna 1 zbiornika znajduje się komora odpływowa 2, do której doprowadzone są: przewód odpływowy 3 dla wody czystej, przewód 4 dla sprężonego powietrza służącego do uzyskania w komorze wysokiego ciśnienia rzędu 3 do 4 m słupa wody oraz przewód tłoczny 5 dla niskiego ciśnienia rzędu 20 do 30 cm słupa wody. Komora odpływowa 2 jest zamknięta od góry daszkowatą pokrywą 6, wystającą ponad dno 1 zbiornika i jest wyposażone w otwory przepływowe 7 oraz otwory wypływowe 8 dla powietrza, znajdujące się w górnej części pokrywy. Dno 1 zbiornika jest przykryte rusztem dennym 9, którego otwory przepływowe mają rozmiary zapewniające przepływ wody i powietrza a jednocześnie uniemożliwiające przepadanie ziaren wypełnienia 10 przez te otwory. Z dnem 1 zbiornika połączona jest na stałe, w sposób wodoszczelny, zewnętrzna ściana 11 otaczająca złoże, w której górnej części znajduje się poprzeczka podporowa 12, na której zamocowany jest obrotowo wirujący rozdzielacz 13 ścieków. Z rozdzielaczem tym połączony jest przewód dopływowy 14, przez który dopływają przeznaczone do oczyszczenia ścieki po uprzednim, wstępnym oczyszczeniu mechanicznym. Wewnątrz zbiornika zawierającego złoże znajduje się wypełnienie 10, które jak to widać po lewej stronie fig. 1, sięga do określonej wysokości poniżej rozdzielacza obrotowego 13.

Wypełnienie 10 składa się z drobnoziarnistego materiału mającego korzystnie postać kulek lub krótkich rurczek, podobnych do rurczek stanowiących wypełnienie komór filtracyjnych stosowanych przy ogrzewaniu powietrzem. Ziarna wypełnienia uformowane są z tworzywa sztucznego, którego ciężar właściwy jest mniejszy od ciężaru właściwego wody, a więc z tworzywa pływającego w wodzie i które jest odporne na ścieranie oraz chemiczne oddziaływanie oczyszczanych ścieków. Wielkość ziaren wypełnienia 10 wynosi poniżej 6 mm.

Mniej więcej w środkowej części wypełnienia 10, znajduje się pionowo przebiegająca pierścieniowa powierzchnia 15 służąca do odprowadzania szlamu i mająca postać rusztu. Podobnie jak to ma miejsce w ruszcie dennym 9 również powierzchnia 15 posiada otwory przepływowe o wymiarach umożliwiających przepływ zawiesiny szlamu w wodzie ale nie przepuszczających wypełnienia. Powierzchnia 15 wraz z zewnętrzną ścianą 11 zbiornika tworzy pierścieniowy kanał,

do którego podłączony jest przewód odszlamowujący 16.

Oczyszczanie ścieków w tym złożu przebiega następująco. Zbiornik zawierający złożo napelnia się najpierw wypełnieniem 10, którego górna powierzchnia sięga do wysokości około 0,5 m poniżej obrotowego rozdzielacza 13. Następnie otwiera się przewód odpływowy 3, który poza zbiornikiem tworzy pętlę w kształcie litery „U” wytwarzając nadciśnienie rzędu 50 cm słupa wody, uniemożliwiając tym samym wypływ powietrza przedmuchującego przez ten przewód.

Przez przewód tłoczny 5 włącza się do komory odpływowej 2 powietrze sprężone za pomocą dmuchawy odśrodkowej. Stąd powietrze wpływa do przestrzeni pomiędzy dnem 1 zbiornika i rusztem dennym 9, a przez otwory wypływowe 8 wykonane w daszkowatej pokrywie 6 rozprowadza się na całej dolnej powierzchni wypełnienia 10 i przetłaczana przez to wypełnienie.

Wtedy zostaje otwarty przewód dopływowy 14 dla mechanicznie oczyszczonych ścieków i dopływające tym przewodem ścieki zostają równomiernie rozprowadzone po całej górnej powierzchni złoża za pomocą obrotowego rozdzielacza 13.

Ścieki przesączając się przez wypełnienie 10, w przeciwną stronę do przepływającego ku górze powietrza, dochodzą do dna złoża i poprzez ruszt dennym 9 dostają się do komory odpływowej 2 a stąd, przez przewód odpływowy 3, odprowadzane są do zbiornika wody oczyszczonej. Podczas przesączania się ścieków przez wypełnienie, w obecności powietrza, ziarna wypełnienia pokrywają się najpierw cienką warstwą osadu, na której w ciągu paru dni gromadzą się mikroorganizmy i zawiesiny wytrącane z doprowadzanych ścieków. Na skutek tego ścieki zostają tak dalece oczyszczone, że do odpływu docierają one w postaci całkowicie czystej, uwolnione od szlamu i szkodliwych zanieczyszczeń.

Wolne przestrzenie pomiędzy ziarnami wypełnienia 10 zwięzają się coraz bardziej w miarę gromadzenia się na ziarnach szlamu i mikroorganizmów tak, że w miarę upływu czasu przepływ, zarówno powietrza jak i podawanych z góry ścieków, staje się coraz bardziej utrudniony. Wreszcie dochodzi do tego, że na powierzchni złoża ścieki zaczynają się gromadzić tworząc kałużę i nie mogą już przepływać równomiernie przez cały przekrój złoża zraszanego.

Zanim dojdzie do takiego stanu, nagromadzony szlam, przez wprowadzenie w ruch wypełnienia, uwalnia się z powierzchni ziarn odprowadza się na zewnątrz złoża. Następuje to w ten sposób, że cała przestrzeń, widoczna po lewej stronie na fig. 1, zajmowana przez wypełnienie 10, podczas pracy złoża, zostaje wypełniona wodą. Wodę pobiera się albo z mechanicznego oczyszczenia wstępnego albo przy dwóch lub więcej równoległych położonych złożach, z jednego z odpływów.

Podczas napełniania zbiornika zawierającego złożo zamyka się zasuwy wszystkich przewodów prowadzących do komory odpływowej 2. Przy napełnianiu zbiornika zawierającego złożo, wypełnienie 10, na skutek wypłynięcia, unosi się ze swe-

go położenia zajmowanego podczas pracy, pokazanego po lewej stronie fig. 1, do położenia widocznego po prawej stronie. Na skutek wypływania wypełnienia 10 pomiędzy rusztem dennym z wypełnieniem tworzy się przestrzeń wypełniona ściekami, podczas gdy przestrzenie międzyziarnowe złoża, prawie na całej wysokości złoża wypełniają się również doprowadzonymi ściekami do pełnego stanu dopóki te ostatnie nie zostaną odprowadzone przez przewód odszlamowujący 16 do oczyszczalnika mechanicznego. Następnie włącza się sprężarkę, która tłoczy, poprzez przewód 4 do komory odpływowej powietrze pod ciśnieniem większym niż ciśnienie słupa wody znajdującej się w zbiorniku. Sprężone powietrze przepływa teraz przez otwory wypływowe 8 w daszkowatej pokrywie 6 do dolnej przestrzeni zbiornika wypełnionej ściekami, a następnie przepływa przez wypełnienie 10.

Aby otrzymać słup wody wraz z wypełnieniem 10, na wypełniony powietrzem, ponad otworami wylotowymi, o mniejszym ciężarze właściwym niż wypełnienie pozostałej części złoża, przemieszcza się ziarna wypełnienia w obrębie złoża.

Wypełnienie w części środkowej złoża unosi się ku górze, a po bokach przemieszcza się z powrotem w dół. Podczas tego krążenia cała ilość ścieków, doprowadzonych przez przewód dopływowy 14 i rozdzielacz obrotowy, zostaje odprowadzona przez przewód odszlamowujący. Już po stosunkowo krótkim czasie większa część szlamu, nagromadzonego w przestrzeni międzyziarnowej wypełnienia 10, uwalnia się i odprowadza poprzez powierzchnię odszlamowującą 15 oraz przewód odszlamowujący 16 do wlotu oczyszczalnika mechanicznego.

Wtedy przewód odpływowy 3 zostaje ponownie otwarty i woda, która zawiera jeszcze stosunkowo dużo szlamu, jest zwracana do filtrów mechanicznych dopóki cały zbiornik zawierający złożo oraz komora odpływowa 2 nie zostaną całkowicie opróżnione ze ścieków. Następnie sprężarkę ponownie unieruchamia się i doprowadza się powietrze z dmuchawy, przez przewód 5, do wypełnienia 10 złoża i proces rozpoczyna się ponownie. Już po upływie krótkiego czasu odpływ wypływający ze złoża jest znowu czysty i wówczas oddziela się dopływ ścieków do filtrów mechanicznych, a ścieki oczyszczone kieruje się do zbiornika wody czystej. Praktycznie złożo zraszane według wynalazku pracuje przez wiele dni zanim zajdzie konieczność ponownego przepłukania, przy czym samo przepłukanie trwa najwyżej 1 godzinę.

Na fig. 3 i 4 pokazano filtracyjne złożo zraszane według wynalazku, przeznaczone do oczyszczania dużej ilości ścieków. Złożo to składa się zasadniczo z tych samych elementów co złożo pokazane na fig. 1 i 2. Ze względu na większą średnicę złoża i konieczność dokładniejszej kontroli warunków pracy, komora odpływowa 2 jest ukształtowana pierścieniowo, a w środkowej części zbiornika znajduje się szyb 20, w którym umieszczony jest przewód dopływowy 14 dla oczyszczanych ścieków oraz ułożyskowany jest rozdzielacz obrotowy 15. Na skutek dużych rozmiarów dna

1 zbiornika, daszkowa pokrywa 6 komory odpływowej ma również kształt pierścienia umieszczonego nad tą komorą w przestrzeni pomiędzy szymbem 20 i zewnętrzną ścianą 11 zbiornika. Do wnętrza tego pierścienia spływają ścieki a z jego wnętrza wydostaje się powietrze wdmuchiwane i tłoczone a doprowadzane przez przewód powietrzny 5.

Odprowadzenie mieszaniny ścieków ze szlammem odbywa się bądź poprzez owalne ruszty 15' zanurzone w płukającym wypełnieniu, bądź też przez pierścieniowe przewody 15'', a następnie mieszaninę tą doprowadza się poprzez przewód odpływowy 16'' do filtrów mechanicznych. Zamiast przewodów pierścieniowych 15'' stosuje się korzystnie przewody przebiegające gwiaźdzście. Odprowadzanie szlamu, przy usuwaniu go za pomocą rusztów 15', dokonuje się za pomocą pompy mamutowej lub podobnego urządzenia, poprzez przewody 17, pierścieniowy kanał odpływowy 18 i przewód odpływowy 19. Praca tego złoza przebiega dokładnie tak samo jak złoza pokazanego na fig. 1 i 2.

Przedstawione na fig. 3 i 4 złoze zraszane nadaje się szczególnie do stosowania w tych przypadkach, gdzie występuje duże stężenie i duży stopień zanieczyszczenia oczyszczanych ścieków.

Szczególnie korzystne jest stosowanie złoza zraszanego według wynalazku przy bardzo dużych ilościach ścieków, zwłaszcza że tego typu urządzenie oczyszczające wraz z filtrami mechanicznymi korzystnie instalowane jest wewnątrz miast, przy czym oddzielony szlam jest przepompowywany przewodami ciśnieniowymi do dużych urządzeń przetwarzających znajdujących się poza miastem.

Ze względu na to, że wypełnianie złoza zraszanego według wynalazku ma około 10-krotnie większą powierzchnię właściwą niż dotychczas stosowane wypełnienie — możliwe jest około 10-krotnie większe obciążenie złoza. Również okoliczność, że nie są potrzebne żadne dalsze oczyszczalniki i osadniki w celu uzyskania długotrwałego i dobrego oczyszczania ścieków, za wyjątkiem bardzo dużego przeciążenia złoza i ścieków zawierających zanieczyszczenia trujące, oraz fakt, że działanie oczyszczające jest zależne tylko od wydajności urządzenia oczyszczającego wskazują na duże zalety filtracyjnego złoza zraszanego według wynalazku w porównaniu z innymi, konwencjonalnymi urządzeniami tego typu.

Złoze pokazane na fig. 5 ma zasadniczo taką samą budowę jak złoze z fig. 1—4. Zbiornik zawierający złoze ma dno 1 pochylone w dół ku środkowi zbiornika, mające kształt płaskiego stożka. Z dnem 1 zbiornika połączona jest na stałe i wodoszczelnie zewnętrzna ściana 11, która w tym przypadku wykonana jest z przezroczystego materiału, np. tworzywa sztucznego, umożliwiając obserwację przebiegu zamulania i odmulania wypełnienia 10. Ściana ta jest otoczona stalowymi obręczami 11a przenoszącymi obciążenia rozciągające na ścianę. Złoze to posiada ponadto dolny i górny ruszt odszlamowujący 21 z przewodami doprowadzającymi i odprowadzającymi, jak również rozdzielacz obrotowy 13, za pomocą które-

go doprowadzane ścieki są równomiernie rozprowadzane po całej górnej powierzchni złoza.

Złoze zraszane pokazane na fig. 5—12 jest na całej swej wysokości podzielone na trzy strefy oczyszczania. Pod każdą z tych stref znajduje się ruszt odszlamowujący 21, utworzony z rur perforowanych 22, a pod najniższą strefą oczyszczania znajduje się dno 1 zbiornika, poprzez które, przy opróżnianiu złoza z zawartych w nim ścieków, również odprowadza się szlam. Pokazany na fig. 5 dolny ruszt odszlamowujący 21 ma konstrukcję odmienną od konstrukcji górnych rusztów odszlamowujących.

Przykładowe rozwiązanie konstrukcyjne rusztu odszlamowującego jest pokazane na fig. 5, 7, 9 i 10. Jak to widać na rysunku, korzystne jest usytuowanie rur odszlamowujących 22 każdego z rusztów 21 nie równoległe do siebie ale pod kątem 90°, przez co zagwarantowany jest możliwie równomierny przepływ wody i powietrza na całym przekroju złoza.

Rury odszlamowujące 22 są perforowane blachą 23 w celu zapobiegnięcia przepadania wypełnienia z jednej strefy do drugiej. Końce tych rur wystają z obu stron poza zewnętrzną ścianą 11 zbiornika i są przyłączone do przewodów zbiorczych 25 za pośrednictwem urządzeń 24 odcinających przepływ. Urządzenia 24 odcinające przepływ są zamknięte podczas normalnej pracy złoza a otwarte podczas odszlamowywania, pozwalając na odprowadzenie szlamu poprzez przewód zbiorczy 25 do oczyszczalnika mechanicznego. W spodniej stronie rury odszlamowującej 22 znajdują się otwory 26, poprzez które następuje opróżnianie rur podczas normalnej pracy złoza.

Pod rurami odszlamowującymi 22 znajdują się w tym przypadku rury napowietrzające 27 posiadające boczne otwory wylotowe 28, poprzez które wypływa doprowadzone przez przewód 29 i zawór 30 powietrze, które następnie jest wtłaczane w warstwę wypełnienia 10. Na skutek dopływu powietrza wypełnienie pływające w spiętrzonej wodzie zostaje wprowadzone w ruch tak, że szlam gromadzący się na ziarnach wypełnienia, w czasie pracy złoza, zostaje uwolniony z tych ziarn i w znacznej części przedostaje się przez szczeliny perforowanych blach 23 do wnętrza rur odszlamowujących 22, skąd jest doprowadzany do oczyszczalnika mechanicznego.

Wspomniano już, że górna część zraszanego złoza filtracyjnego szybciej ulega zamuleniu niż dolna jego część. Dlatego też korzystne jest jeśli górna część złoza jest częściej odszlamowywana niż część leżąca głębiej. W tym celu wypełnia się całe złoze wodą a poprzez rury napowietrzające 27 doprowadza się wodę płuczącą na górną powierzchnię złoza. Wtedy tak długo odprowadza się przez rury odszlamowujące mieszaninę wody i szlamu jak również doprowadza się wodę płuczącą, aż górna strefa oczyszczania zostanie odszlamowana w stopniu wystarczającym dla jej normalnej pracy.

Jeśli zamulaniu ulegnie środkowa strefa złoza zraszanego to wtedy można, przy wypełnianiu złoza wodą, doprowadzić wodę płuczącą przez ruszt

odszlamowujący 21 leżący nad tą strefą, a wypływany szlam odprowadzić przez ruszt leżący pod tą strefą, przy czym przez rury napowietrzające 27 zostaje doprowadzone powietrze powodujące uwolnienie cząstek szlamu z wypełnienia i wprawiające to ostatnie w ruch cyrkulacyjny.

Na fig. 11 pokazano, w rzucie poziomym, filtracyjne złożo zraszane o przekroju kołowym. Na figurze tej liniami osiowymi zaznaczono rury napowietrzające i odszlamowujące 27 i 22. Na części wysokości złoża znajduje się kanał 32 przeznaczony dla obsługi. Nad utworzonymi przez ten kanał kołowymi wycinkami złoża umieszczony jest rozdzielacz obrotowy zraszający całą powierzchnię kołową złoża. Woda ściekająca do kanału 32 jest w nim gromadzona i z powrotem zwracana do złoża.

Na fig. 12 pokazano, w rzucie poziomym, filtracyjnym złożo zraszane o przekroju prostokątnym, mające postać podłużnego zbiornika, które to złożo jest zraszane za pomocą zraszacz ramowego. Zbiornik ten jest podzielony ściankami działowymi 33 na trzy części. Podział ten pozwala na to, że jeden z przedziałów 34 złoża jest odszlamowwany podczas gdy pozostałe przedziały 34 złoża pozostają w ruchu. Jeśli przedziały takiego zbiornika rozmieści się wokół osi środkowej powstaje zbiornik o kształcie pierścieniowym, tak jak to pokazano na fig. 13. W tym przypadku można zastosować zraszacz obrotowy lub kilka zraszczy ramowych, co pozwala na doprowadzenie dużych ilości ścieków. Ten pierścieniowy zbiornik jest podzielony ściankami działowymi 35 tak, że każdy przedział 36 złoża zraszanego jest korzystnie oddzielnie odszlamowwany bez konieczności wyłączenia z ruchu całego złoża. Wewnętrzna przestrzeń 37 jest dostępna dzięki utworzeniu na pewnej wysokości złoża chodnika 38 przeznaczonego dla obsługi. W przestrzeni wewnętrznej 37 można umieścić potrzebne maszyny, urządzenia przełączające, przewody rurowe itp. wyposażenie złoża. Przy tym zarówno przestrzeń wewnętrzną 37 jak i całe złożo mogą być pokryte dachem.

Ponadto można również zbudować pierścieniowe złożo zraszane dla dużych ilości ścieków, którego urządzenia odszlamowujące będą zamontowane na moście wzniesionym nad tym zbiornikiem. Przy opisanym zbiorniku gromadzący się w złożu szlam jest od czasu do czasu wypłukiwany przez doprowadzenie wody i powietrza.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób filtrowania i biologicznego oczyszczania zanieczyszczonych wód za pomocą filtracyjnego złoża zraszanego, przy którym ścieki wstępnie oczyszczone mechanicznie, równomiernie rozprowadzone w drobnodziarnistym materiale wypełniającym tworzącym pory, przesączają się przez ten materiał wypełniający tak długo, że następuje coraz większe pokrycie powierzchni ziarn wypełnienia szlamem i mikroorganizmami oraz coraz znaczniejsze zmniejszenie się przestrzeni między ziarnami wypełnienia na skutek powstających na nich narostów szlamu a następnie, przez przepły-

kanie wypełniania od dna złoża ku jego górnej powierzchni, usuwa się z powierzchni ziarn znaczną część osadzonego na nich szlamu i wreszcie ponownie przesączają się ścieki przez tak oczyszczone ze szlamu wypełnienie złoża, **znamienny tym**, że jako wypełnienie złoża stosuje się materiał ziarnisty odporny na ścieranie o ciężarze właściwym niższym niż 1 g/cm^3 lub wynoszącym około 1 g/cm^3 , a w celu odszlamowania złoża wypełnia się je wodą płuczającą, następnie mieszaninę wypełnienia, wody i dodatkowo doprowadzonej wody płuczającej wprawia się w ruch za pomocą sprężonego powietrza lub miesadła, oddziela się większą część szlamu w postaci jego mieszaniny z wodą, a mieszaninę szlamu z wodą odprowadza się na zewnątrz złoża, oczyszczone zaś złożo zrasza się ponownie przeznaczoną do oczyszczania wodą.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że odszlamowywanie prowadzi się oddzielnie lub jednocześnie w poszczególnych strefach złoża zraszanego, różniących się między sobą pod względem biologicznym i ilości nagromadzonego szlamu, przy czym odszlamowywanie to prowadzi się za pomocą wbudowanych w złożo urządzeń odszlamowujących, po uprzednim napełnieniu złoża wodą i doprowadzeniu dodatkowych ilości wody płuczającej.

3. Sposób według zastrz. 1 i/lub 2, **znamienny tym**, że zanieczyszczone wody poprzez odpowiedni dobór ziarnistości wypełnienia w chwili odszlamowywania, stopnia napowietrzenia oraz ilości wypełnienia i jego obciążenia na jednostkę przestrzenną, oczyszcza się w stopniu umożliwiającym bezpośrednie odprowadzenie tych wód do zbiornika wody czystej lub ich ponowne użycie do innego celu.

4. Sposób według zastrz. 1—3, **znamienny tym**, że oczyszczone mechanicznie ścieki przesączają się przez dwa lub więcej złożo zraszanych połączonych szeregowo.

5. Sposób według zastrz. 1—3, **znamienny tym**, że ścieki wstępnie oczyszczone w oczyszczalni mechanicznej, oczyszcza się w dwóch szeregowo połączonych złożach zraszanych, przy czym pierwsze złożo przepłukuje się częściej niż drugie.

6. Sposób według zastrz. 1—5, **znamienny tym**, że przy niewystarczającym działaniu oczyszczającym jednego oczyszczalnika, odpływ z tego oczyszczalnika przepuszcza się następnie przez filtracyjne złożo zraszane i z tego złoża odprowadza się bezpośrednio do zbiornika wody czystej.

7. Filtracyjne złożo zraszane do stosowania sposobu według zastrz. 1—6, **znamiennie tym**, że stanowi je złożo wodoszczelne, którego wypełnienie składa się z materiału odpornego na ścieranie, o ciężarze właściwym poniżej 1 g/cm^3 lub do 1 g/cm^3 , przy czym ziarna wypełnienia mają kształt krótkich walców o niewielkiej wysokości, soczewek, kulek lub podobnych brył, a wielkość tych ziarn wynosi poniżej 6 mm , samo zaś złożo wyposażone jest w znane urządzenie do rozprowadzania wód ściekowych, płukania złoża, wprowadzania wypełnienia w ruch cyrkulacyjny i mieszania go, wypełniania złoża wodą płuczającą,

odprowadzania nadmiaru szlamu oraz odprowadzania oczyszczonych wód.

8. Złoże według zastrz. 7, **znamiennie tym**, że dla ograniczenia poszczególnych stref oczyszczających złoża, umieszczonych jedna nad drugą, wyposażone jest w ruszty odszlamowujące do odszlamowywania poszczególne strefy kolejno lub pojedynczo, w dowolnej kolejności, przy czym w zasadzie nie następuje mieszanie wypełnienia jednej strefy z wypełnieniem strefy sąsiedniej.

9. Złoże według zastrz. 7 i 8, **znamiennie tym**, że składa się z dwóch lub większej ilości złóż połączonych szeregowo.

10. Złoże według zastrz. 7—9, **znamiennie tym**, że jest podzielone na szereg odcinków (34 lub 36), leżących jeden za drugim, przy czym urządzenie zraszające jest wspólne dla wszystkich odcinków ale każdy z odcinków posiada własne urządzenie odszlamowujące.

11. Złoże według zastrz. 7—10, **znamiennie tym**, że dla dużej ilości oczyszczanych ścieków, wyposażone jest korzystnie w kanał (32, 38) dla obsługi, gromadzący przeciekające ścieki i stąd są zwracane z powrotem do złoża jako ciecz rozcieńczająca.

12. Złoże według zastrz. 7—11, **znamiennie tym**, że ma kształt pierścienia cylindrycznego podzielonego na wiele wycinków pierścieniowych (36), w którym na części wysokości złoża wykonany jest kanał (38) dla obsługi i posiada wewnętrzną przestrzeń (37) przeznaczoną do pomieszczenia maszyn, rurowych przewodów łączących, urządzeń przełączających, przy czym każdy z wycinków pierścieniowych (36) złoża jest wyposażony we własne, niezależne od pozostałych odcinków urządzenia odszlamowujące, a całe złoże jest wyposażone w jeden zraszacz obrotowy albo też w jeden lub kilka zraszaczy ramowych.

13. Złoże według zastrz. 7—11, **znamiennie tym**, że ma w przekroju poziomym kształt prostokątny i jest podzielone ściankami działowymi (33) na kilka stref oczyszczania oraz jest wyposażone w zraszacz ramowy.

14. Złoże według zastrz. 7—13, **znamiennie tym**, że ruszty odszlamowujące (21) są rozmieszczone w wypełnieniu (10) promieniowo lub równolegle do siebie.

15. Złoże według zastrz. 14, **znamiennie tym**, że ruszty odszlamowujące (21) utworzone są z rur odszlamowujących (22) połączonych tak, że każda z nich pracuje oddzielnie lub wszystkie razem, przy czym pod każdą rurą odszlamowującą umieszczona jest rura napowietrzająca (27), a każda z rur odszlamowujących jest przykryta od góry daszkiem blachy perforowanej (23).

16. Złoże według zastrz. 7—15, **znamiennie tym**, że każda z wydzielonych stref oczyszczających złoża posiada wypełnienie o różnym uziarnieniu, różnym ciężarze właściwym i różnym zabarwieniu.

17. Złoże według zastrz. 7—16, **znamiennie tym**, że dolna część złoża zawiera wypełnienie i dodatkowy materiał filtracyjny o ciężarze właściwym większym niż 1 g/cm³ i drobnym uziarnieniu korzystnie rzędu 1 mm.

18. Złoże według zastrz. 7—17, **znamiennie tym**, że zewnętrzna ściana (11) zbiornika zawierającego złoże jest wykonana z przezroczystego tworzywa i wzmocniona obręczami stalowymi (11).

19. Złoże według zastrz. 7—18, **znamiennie tym**, że w celu lepszego natlenienia złoża zawiera domieszki, korzystnie w postaci katalizatorów, substancji wiążących fosforany, amoniak.

20. Sposób wytwarzania droбноziarnistego wypełnienia stosowanego w sposóbie według zastrz. 1—6 i/lub w złożu według zastrz. 7—19, **znamiennie tym**, że miesza się tworzywo sztuczne lub odpady tego tworzywa z mineralnymi lub odpornymi na ścieranie materiałami nadającymi się do wychwytywania i propagacji wzrostu mikroorganizmów, korzystnie mączka gliniana lub ziemia okrzemkowa, lub kaolin, lub kreda, lub droбноziarnista mączka żużlowa, mieszaninę tę podgrzewa się, a z podgrzanej mieszaniny formuje się płaskie pręty lub taśmy z kulistymi wytlóceniami, następnie po ostudzeniu rozdziela się pręty lub taśmy przez nacinanie, uderzanie, szlifowanie na pojedyncze ziarna wypełnienia mające postać krótkich walców, kulek, soczewek, krótkich rurek lub brył obrotowych o ciężarze właściwym poniżej 1 g/cm³ lub najwyżej 1 g/cm³ o wielkości nie przekraczającej 6 mm, odpornych na działanie ścieków i na ścieranie oraz mających powierzchnię wykazującą dobrą zdolność wychwytywania mikroorganizmów.

Fig. 3

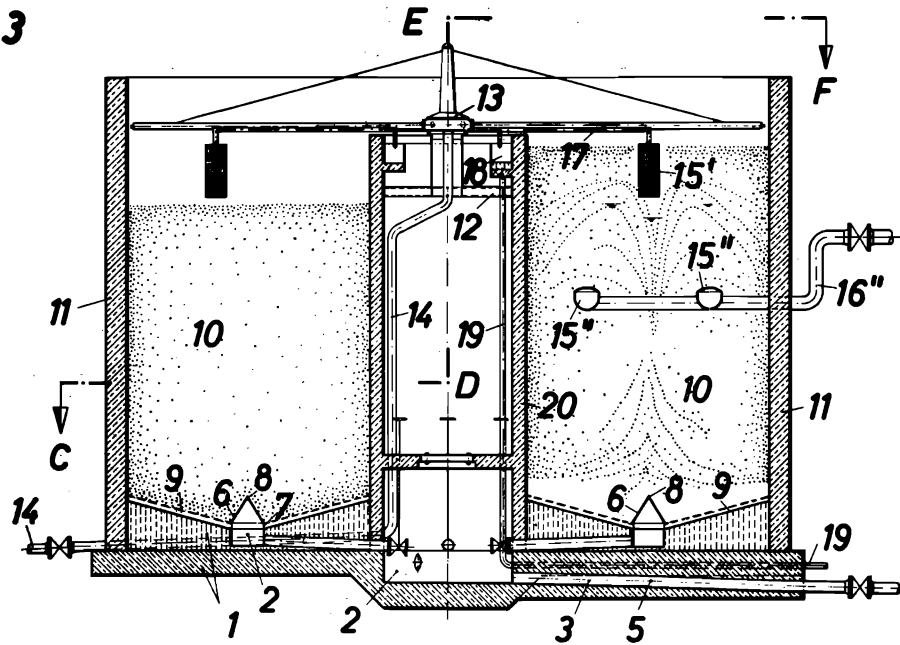
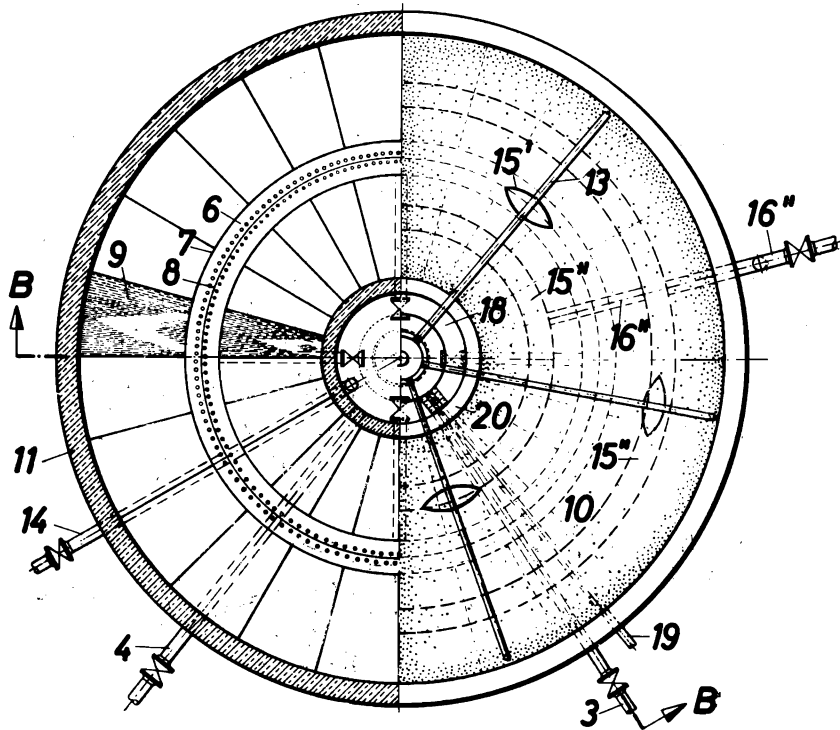


Fig. 4



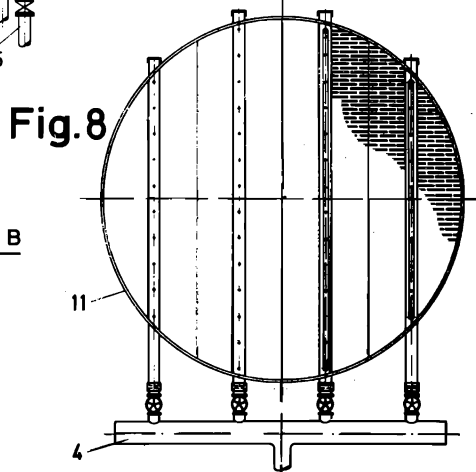
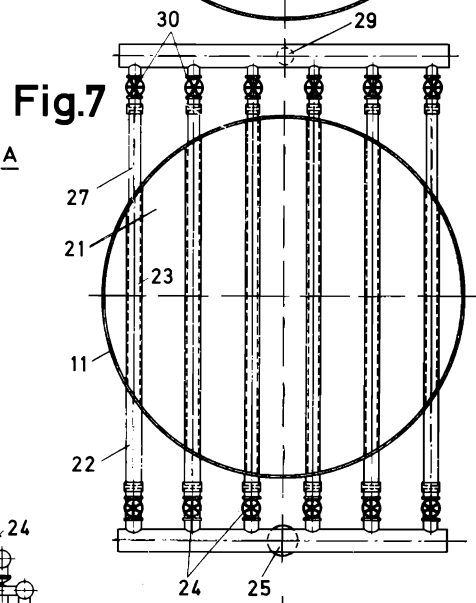
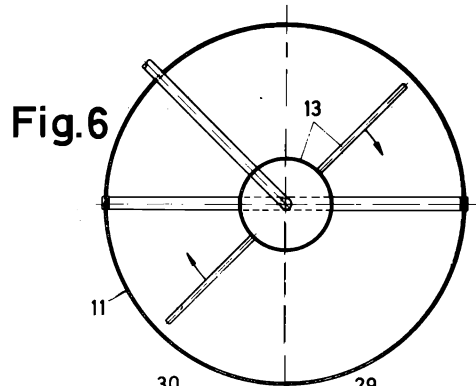
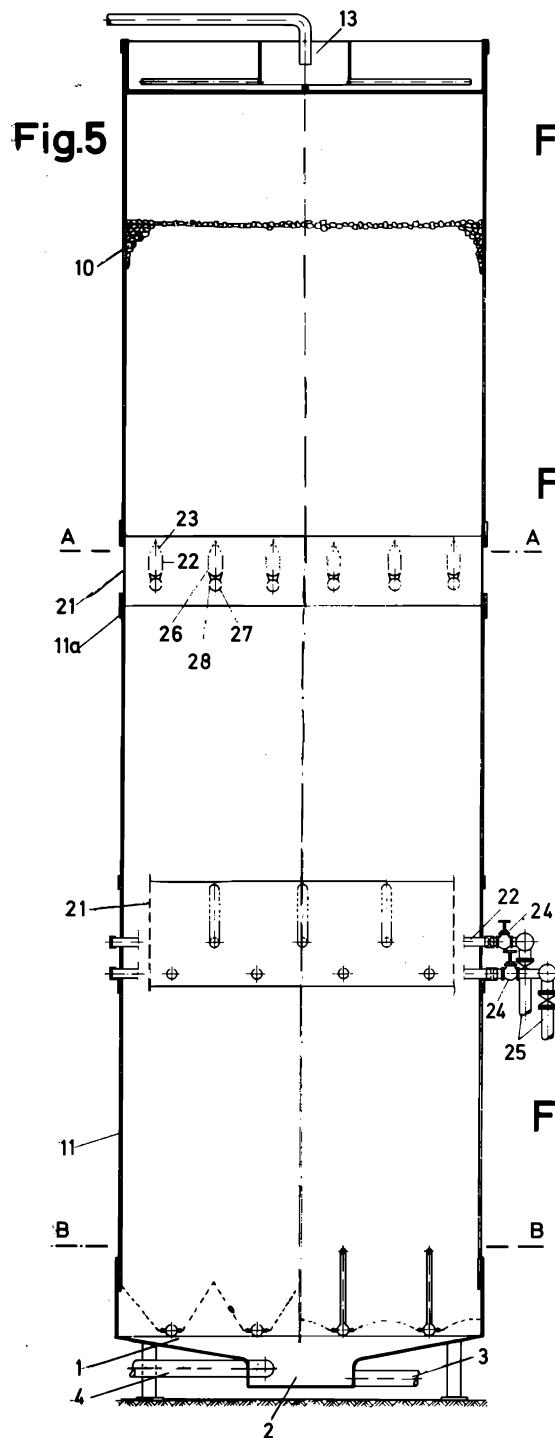


Fig.9

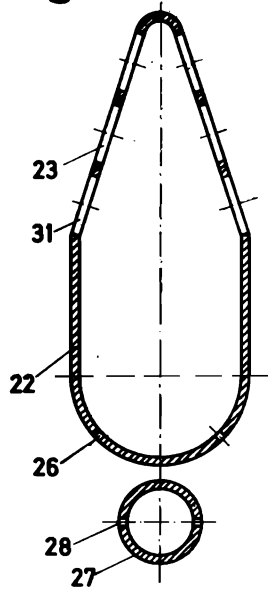


Fig.10

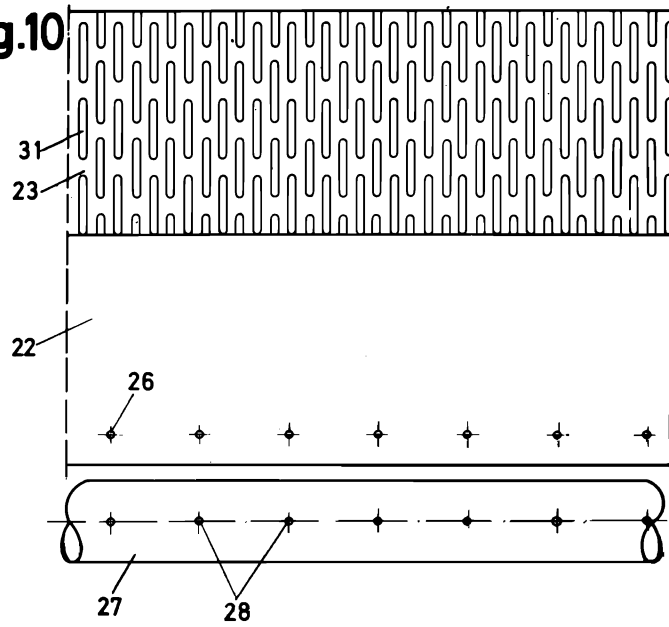


Fig.11

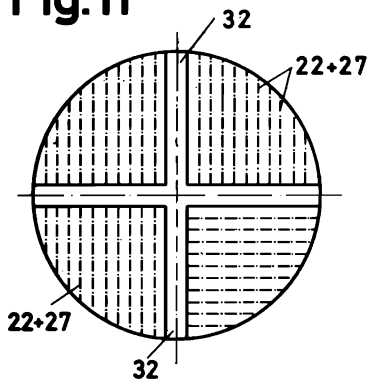


Fig.13

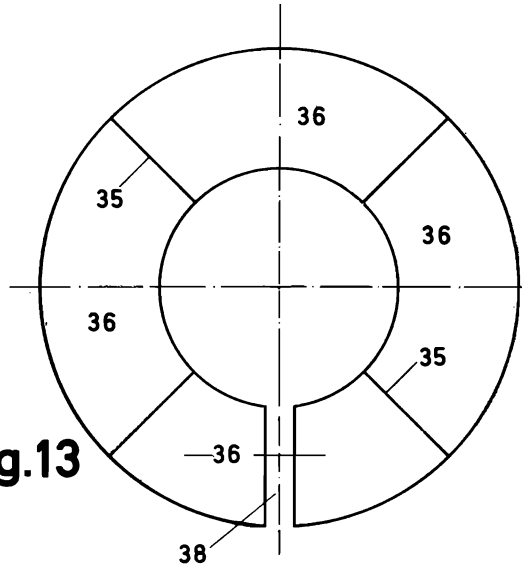
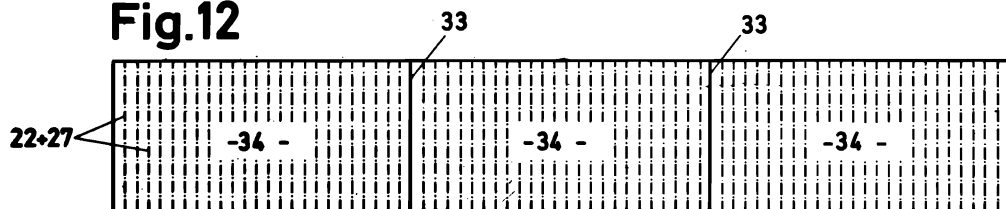


Fig.12



Cena 10 zł