

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **203416**

(21) Numer zgłoszenia: **371726**

(22) Data zgłoszenia: **23.04.2003**

(86) Data i numer zgłoszenia międzynarodowego:
23.04.2003, PCT/EP03/04224

(87) Data i numer publikacji zgłoszenia międzynarodowego:
20.11.2003, WO03/095077
PCT Gazette nr 47/03

(13) **B1**

(51) Int.Cl.
B01D 61/20 (2006.01)
B01D 63/04 (2006.01)
B01D 65/02 (2006.01)
B01D 65/08 (2006.01)
C02F 3/06 (2006.01)
C02F 3/12 (2006.01)

(54) **Urządzenie filtracyjne z membraną z włókna lumenizowanego i jego zastosowanie do oczyszczania ścieków, sposób oczyszczania ścieków, oraz bioreaktor membranowy**

(30) Pierwszeństwo:
10.05.2002,DE,10220916.2

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
27.06.2005 BUP 13/05

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
30.10.2009 WUP 10/09

(73) Uprawniony z patentu:
SFC UMWELTTECHNIK GMBH,Salzburg,AT

(72) Twórca(y) wynalazku:
Gunnar Demoulin,Salzburg,AT

(74) Pełnomocnik:
Borowska-Kryśka Urszula,
Rzecznik Patentowy, PATPOL Sp. z o.o.

PL 203416 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie filtracyjne do oddzielania cząstek z cieczy za pomocą membran z włókna lumenizowanego (drażonego) tworzącego wiązkę włókien. Takie urządzenia filtracyjne oraz moduł filtracyjny, w którym zestawione jest wiele urządzeń filtracyjnych, nadają się zwłaszcza do oddzielania biomasy z wody lub ze ścieków. Wynalazek dotyczy ponadto bioreaktora membranowego i sposobu oczyszczania wody względnie ścieków.

Zastosowanie filtrów membranowych do oczyszczania wody lub ścieków jest w zasadzie znane. Porowate materiały stosowane do filtracji wykonane są na przykład z ceramiki lub stanowią membrany polimerowe, na przykład z polietylenu, polipropylenu, polieterosulfonu lub tp. Zależnie od zastosowania, wielkości porów membrany znajdują się w zakresie od 0,001 do 1 μm .

Przy filtracji membranowej rozróżnia się zasadniczo trzy różniące się rodzaje pracy, mianowicie „Dead end”, „Crossflow” i „Submerged”. Jako „Dead end” oznaczane są takie zastosowania, przy których ciecz przeznaczoną do oczyszczania, w procesie okresowym, bez dalszej cyrkulacji, przeciska się poprzez membranę. Cząstki zatrzymane przez membranę odkładają się na membranie, i z biegiem czasu eksploatacji powodują zablokowania i narosty na membranie. Tak więc, z biegiem czasu eksploatacji, dla utrzymania jednakowej zdolności przerobowej musi być zwiększone ciśnienie, lub też przy zachowaniu niezmiennego ciśnienia, spada zdolność przerobowa. Do wielkotechnicznego zastosowania, w zakresie pracujących w ruchu ciągłym urządzeń do oczyszczania wody pitnej lub ścieków, takie sposoby filtracji nie nadają się.

Przy sposobie „Crossflow” oczyszczaną ciecz prowadzi się wzdłuż powierzchni membrany, w obiegu zamkniętym, i na podstawie różnicy ciśnień pomiędzy tą stroną membrany i przeciwległą stroną membrany, przeciska się ciecz poprzez membranę, przy czym oddzielane cząstki zostają zatrzymane. Sposób ten wymaga stosowania ciśnień różnicowych znacznie powyżej 500 m barów. Poza tym konieczne jest, aby w celu usunięcia osadów tworzących się na membranie, znaczną część nieczyszczonej jeszcze cieczy poddać recyrkulacji. Powoduje to znaczne koszty eksploatacyjne.

W sposobie „Submerged” membranę zanurza się w oczyszczaną ciecz, i w przypadku membran z włókna lumenizowanego, w procesie podciśnieniowym, produkt wprowadzany jest z zewnątrz do wewnątrz włókna lumenizowanego i odprowadzany jest z wnętrza włókna lumenizowanego. Ciśnienie różnicowe pomiędzy otoczeniem zewnętrznym membrany i jej wnętrzem jest tu jednak wyraźnie mniejsze niż w przypadku filtracji typu „Crossflow”.

Przy zastosowaniu filtracji membranowej do obróbki wody lub ścieków stosuje się zwykle sposób typu „Submerged”, przy którym membranę zanurza się w oczyszczaną ciecz. Przy zastosowaniu filtrów membranowych w zakresie oczyszczania ścieków powstaje problem polegający na tym, że wskutek tzw. „Fouling'u” lub „Bio-Fouling'u” na membranie powstają nakłady lub wytrącenia substancji chemicznych („Scaling”) co prowadzi do osadów na membranach. Znane są więc już różne sposoby i urządzenia służące do uwolnienia membran od tych osadów.

W US 6 214 231 B1 opisane jest na przykład urządzenie filtracyjne z zastosowaniem membran z włókna lumenizowanego. Wiele membran z włókna lumenizowanego jest tu zestawionych w zasadniczo cylindryczną wiązkę włókien. Górne i dolne końce membran z włókna lumenizowanego osadzone są w urządzeniach mocujących. W ten sposób uzyskuje się moduł włókien lumenizowanych. Wiele usytuowanych obok siebie modułów filtracyjnych tworzy kasetę filtracyjną, którą ustawia się w oczyszczanej cieczy. Z kasetami połączony jest przewód odsysający uzyskiwany produkt, który połączony jest też z górnymi zamocowaniami wiązek filtrów membranowych i odsysa z wnętrza poszczególnych membran z włókna lumenizowanego ciecz oczyszczoną z cząstek. Aby membrany z włókna lumenizowanego uwolnić od osadów odwraca się kierunek przepływu. Ciecz pod wysokim ciśnieniem doprowadza się poprzez przewód odsysający do wnętrza membrany z włókna lumenizowanego, przy czym ciecz ta przechodzi z wnętrza na zewnątrz usuwając osady z powierzchni membrany. Tego rodzaju sposób oznacza jednak przerwę w normalnej pracy filtracyjnej, a tym samym zmniejszoną zdolność przerobową. Poza tym sposób ten nie zapobiega osadzaniu się na membranie zanieczyszczeń, lecz w najlepszym przypadku może je usunąć po ich powstaniu.

W US 6 156 200 A również opisane zostały moduły filtracyjne z wiązkami wydrażonych włókien stanowiących membrany, które w swej budowie odpowiadają w zasadzie tym z US 6 214 231 B1. Również tu wiązkę włókien ustawia się pionowo w oczyszczanej cieczy. Zamocowanie, w którym osadza się dolne końce membran z włókien drażonych, zawiera otwory wylotowe gazu, poprzez które pęcherze gazu wznoszą się do góry wzdłuż zewnętrznej strony membran z włókien drażonych

i zmniejszając przez to tworzenie się osadów na zewnętrznych powierzchniach membran, oraz usuwają utworzone już osady.

Podobne rozwiązanie opisane jest także w WO 97/06 880 A2. Wspomniano tu ponadto, że szczególnie dobre oczyszczanie można uzyskać wtedy, gdy włókna są o pięć do dziesięciu procentów dłuższe od odstępów pomiędzy zamocowaniami, w których osadzone są końce włókien.

Opisane urządzenia do czyszczenia włókien membranowych za pomocą sprężonego powietrza mają jednak tę wadę, że konieczne są przy tym duże ilości sprężonego powietrza aby zapewnić skuteczne oczyszczenia włókien membranowych. Zwiększony dopływ sprężonego powietrza do oczyszczanej cieczy może jednak wpływać negatywnie na inne parametry procesu, na przykład może znacznie utrudnić dotrzymanie określonych żądanych zawartości tlenu.

Minusem jest także, że stosowane ciśnienia ograniczone są do maksymalnych wysokości ciśnienia hydrostatycznego w zakresie stosowanych włókien. Poza tym prędkość wznoszących się pęcherzy powietrza zależy nie od ilości wprowadzanego powietrza, lecz od wielkości powstających pęcherzy. Sterowana regulacja działania czyszczącego urządzenia jest więc w zasadzie niemożliwa.

Podobnie z trudem udaje się równomierne rozłożenie działania powietrza wzdłuż długości membran z drażnionych włókien. Za pomocą opisanych układów nie ma więc możliwości równomiernego oczyszczania włókien, najczęściej o długości do dwóch metrów, na całej ich długości.

Opisane powyżej publikacje ujawniają jednak tylko zastosowanie membran z włókien lumenizowanych do oddzielania biomasy w bioreaktorach membranowych. Uwaga kieruje się tu tylko na oddzielanie istniejącej biomasy, która jako biocenoza powstała z istniejących pożywek, w danych warunkach otoczenia. Nieuwzględnione są jednak przy tym mechanizmy, które ułatwiają powstawanie osadów na powierzchniach membran.

W ramach badań stanowiących podstawę niniejszego wynalazku stwierdzone zostało, że określone warunki otoczenia mają znaczny wpływ na wydajność oddzielania membran. Stwierdzono zwłaszcza, że określone warunki otoczenia silnie zwiększają biologiczny narost na powierzchni membrany („Bio-Fouling”), a także przyczepność zawieszinowego materiału. Celem wynalazku jest więc także opracowanie takich warunków w ośrodku filtracyjnym, które redukuje „Bio-Fouling” i osady na powierzchni membrany.

Zadaniem wynalazku jest opracowanie urządzenia filtracyjnego, które jest proste do zbudowania i zajmuje mało miejsca, a przez długi czas utrzymuje wysoką zdolność przerobową. Zwłaszcza zawarte w urządzeniu filtracyjnym membrany z lumenizowanego włókna umożliwiają ich równomierne czyszczenie na całej długości przy użyciu możliwie małej ilości gazu, przy czym w urządzeniu do oczyszczania ścieków stworzone są warunki, które z założenia redukuje tworzenie się osadów na powierzchni membrany.

Wynalazek dotyczy więc po pierwsze urządzenia filtracyjnego do oddzielania cząstek z cieczy za pomocą membran z lumenizowanego włókna ujętego w wiązki włókien. Poprzez membrany z włókna lumenizowanego, z zewnątrz do wewnątrz, przepływa ciecz, a odfiltrowana ciecz odprowadzana jest przynajmniej z jednego z ich końców.

Urządzenie filtracyjne zawiera ponadto urządzenie doprowadzające gaz, aby z zewnątrz opłukiwać gazem membrany z lumenizowanych włókien. Częścią urządzenia doprowadzającego gaz jest według wynalazku nośnik, którego zewnętrzna powierzchnia obwodowa, przynajmniej częściowo, przepuszczalna jest dla gazu, z wewnątrz na zewnątrz. Wiązka włókien nawinięta jest na tą zewnętrzną powierzchnię obwodową nośnika.

Taka konstrukcja urządzenia filtracyjnego według wynalazku jest oszczędna pod względem miejsca i umożliwia równomierne doprowadzanie gazu wzdłuż długości membran z lumenizowanego włókna. Przez zastosowanie przepuszczalnego dla gazu nośnika i nawinięcie wiązki włókien na jego zewnętrzną powierzchnię obwodową, miejsca wylotu gazu znajdują się zawsze w bezpośredniej bliskości zewnętrznych powierzchni obwodowych membran z lumenizowanego włókna. Wskutek tego zapewnione jest równomierne i bezpośrednie oddziaływanie gazu na powierzchnie membran. Ilość doprowadzanego gazu jest niewielka tak, że w praktyce nie obserwuje się żadnych negatywnych wpływów pod względem zwiększenia zawartości tlenu lub innych zakłóceń powodowanych gazem.

Wielkość wychodzących pęcherzyków gazu można regulować w prosty sposób przez kształtowanie zewnętrznej powierzchni obwodowej nośnika. Na przykład zewnętrzna powierzchnia obwodowa może zawierać przelotowe otwory w odpowiedniej liczbie i o odpowiedniej wielkości. Otwory lub szczeliny w zewnętrznej powierzchni obwodowej są tak samo przydatne jak i ukształtowanie zewnętrznej powierzchni obwodowej w postaci siatki lub struktury szkieletowej. Zależnie odżądanego

rozkładu wylotu gazu otwory przelotowe mogą znajdować się na całej zewnętrznej powierzchni obwodowej lub tylko na jej części. Dla szczególnie drobnego rozkładu pęcherzyków gazu, zewnętrzna powierzchnia obwodowa, cała lub jej część, może być wykonana z porowatego materiału. Wybór materiału na nośnik i jego zewnętrzną powierzchnię obwodową nie jest szczególnie ograniczony. Nadają się w zasadzie wszystkie materiały odporne na filtrowany ośrodek i panujące przy filtracji warunki, na przykład wszystkie rodzaje tworzyw sztucznych. Zasadniczo stosowalna jest także ceramika lub materiały metalowe.

Również kształt nośnika i ukształtowanie zewnętrznej powierzchni obwodowej nie są związane ze szczególnym ukształtowaniem. W celu nawinięcia membran z lumenizowanego włókna szczególnie korzystne są zewnętrzne powierzchnie obwodowe w postaci cylindrycznego płaszcza.

Wielkość nośnika i jego zewnętrznej powierzchni obwodowej dopasowane są odpowiednio do warunków zastosowania. Do zastosowania urządzenia filtracyjnego według wynalazku w celu oczyszczania ścieków, jako przydatne okazały się zewnętrzne powierzchnie obwodowe nośnika o długości 1 do 100 cm, korzystnie 5 do 70 cm i o średnicy 1 do 40 cm, korzystnie 5 do 20 cm.

Do wprowadzania gazu, nośnik na jednym ze swych końców, od jego strony czołowej, ma przyłącze gazu. Korzystnie jako gaz stosuje się sprężone powietrze. Do specjalnych zastosowań, na przykład filtracji warunkach beztlenowych (anaerobowych) można stosować także inne gazy takie jak azot lub tlen.

Aby membrany z lumenizowanego włókna, stosowane w urządzeniu filtracyjnym według wynalazku, ująć w jedną wiązkę włókien, końce membran z włókna lumenizowanego zamocowane są w przynajmniej jednej głowicy przyłączeniowej. Ma ona przyłącze ssawne, które połączone jest z pompą w celu odprowadzania oczyszczonej cieczy z wnętrza membran z lumenizowanego włókna. Ukształtowanie głowicy przyłączeniowej i osadzenie końców membran z lumenizowanego włókna mogą być wykonane w sposób znany ze stanu techniki. Przykłady opisane są we wspomnianych wyżej publikacjach.

Według wynalazku możliwe jest zamocowanie obu końców membrany z lumenizowanego włókna w tej samej głowicy przyłączeniowej. W odróżnieniu od tego, można również oba końce membrany z włókna lumenizowanego osadzić w osobnych głowicach przyłączeniowych. W obu przypadkach zamocowania, nawinięcie wiązki włókien na zewnętrzną powierzchnię obwodową nośnika następuje tak, że wszystkie końce membran z włókna lumenizowanego skierowane są do przyłącza ssawnego. Przyłącze ssawne znajduje się przy tym w obszarze czołowej strony końca, który jest przeciwległy do końca, przy którym znajduje się przyłącze gazu.

Długość, liczba i średnica membran z włókna lumenizowanego dobrane są dożądanego zastosowania. Do oczyszczania ścieków w bioreaktorach membranowych nadają się takie urządzenia filtracyjne, w których całkowita powierzchnia membran z lumenizowanego włókna ma powierzchnię filtracji 0,1 do 10 m², zwłaszcza 0,5 do 5 m². Jako membrany z lumenizowanego włókna zasadniczo mogą być stosowane wszystkie stosowane do celów filtracji i znane są ze stanu techniki. Do oczyszczania ścieków nadają się na przykład takie materiały, które wymienione zostały w WO 97/06 880 A2 i we wspomnianych tam publikacjach. Według wynalazku korzystne są membrany z lumenizowanego włókna wykonane z ceramiki, zwłaszcza z ceramiki z tlenku glinu, oraz membrany polimerowe z polietylenu, polipropylenu, polieterosulfonu lub ich mieszanek. Korzystne wielkości porów znajdują się na przykład w zakresie od 0,001 do 1 μ. Warunki ciśnieniowe mogą również odpowiadać opisanym w WO'880.

Wiele urządzeń filtracyjnych zestawione w jeden moduł filtracyjny, który również jest przedmiotem wynalazku. Zestawienie urządzeń filtracyjnych w jeden moduł można dokonać w sposób znany ze stanu techniki dla podobnych urządzeń. Na przykład moduł filtracyjny może posiadać odpowiednie uchwyty, w których zamocowane są urządzenia filtracyjne w określonym położeniu względem siebie. Korzystnie urządzenia filtracyjne ustawione są według wynalazku może być pionowo obok siebie, przy czym strona od której doprowadza się gaz znajduje się u dołu. Korzystnie umieszcza się w module filtracyjnym tyle urządzeń filtracyjnych, że powstaje powierzchnia filtracyjna 50 do 700 m²/m³ zajmowanej przestrzeni, a zwłaszcza 100 do 400 m²/m³.

Do równoległej eksploatacji urządzeń filtracyjnych zawartych w module filtracyjnym służy wspólne doprowadzenie gazu.

Celowe jest również wspólne odprowadzenie oczyszczonej cieczy, stanowiącej produkt filtracji. Przewody rozdzielcze do doprowadzania gazu i odprowadzania produktu filtracji, dla poszczególnych

urządzeń filtracyjnych, korzystnie mogą być zintegrowane z urządzeniami mocującymi urządzenia filtracyjnego.

Jak już wspomniano, urządzenia filtracyjne i moduł filtracyjny według wynalazku, nadają się szczególnie do oczyszczania wody lub ścieków, zwłaszcza do oddzielania biologicznych osadów ściekowych w tak zwanych bioreaktorach membranowych.

Przedmiotem wynalazku jest też sposób oczyszczania wody lub ścieków, przy którym woda zanieczyszczona biologicznie aktywnym materiałem wprowadzana jest do zbiornika filtracyjnego, w którym umieszczony jest przynajmniej jeden moduł filtracyjny. Woda oczyszczana w module filtracyjnym jest następnie z niego odprowadzana. Osady tworzące się na zewnętrznych powierzchniach obwodowych membran z włókna lumenizowanego podczas przebiegu filtracji, są usuwane przez wydmuchiwanie gazu poprzez zewnętrzną powierzchnię obwodową nośnika. Wskutek małego odstępu pomiędzy otworami wylotowymi gazu i membranami z włókna lumenizowanego oraz równomiernego doprowadzania gazu na całej długości membran z włókna lumenizowanego, powstaje bardzo dobre działanie oczyszczające przy bardzo małej objętości gazu.

Wydmuchiwanie gazu korzystnie następuje w sposób nieciągły lub w sposób posuwowy. Takie pulsacyjne doprowadzanie gazu powoduje, że przy pionowo ustawionym nośniku kolumna cieczy znajdująca się we wnętrzu nośnika, swoim ciężarem i swym oporem przepływu przeciwstawia się przyłożonemu strumieniowi gazu. Prowadzi to do tego, że w bezpośrednim obszarze granicznym z membranami powstaje wysoka prędkość przepływu i wysoka różnica ciśnień. Skutkiem tego tworzące się osady i nakłady są szczególnie dobrze odcinane.

Jak już wspomniano, według wynalazku zostało stwierdzone, że powstawanie osadów na powierzchni membrany w silnym stopniu zależy od warunków w jakich przeprowadza się filtrację. W ramach badań poprzedzających wynalazek stwierdzono, że w bioreaktorach membranowych nie tylko osadzanie się biomasy prowadzi do zmniejszenia się wydajności oddzielania membran z włókna lumenizowanego. Również przy wadliwych warunkach otoczenia działanie oddzielające membran może się wyraźnie pogorszyć. Przy rozpadzie biomasy w ściekowym osadzie aktywnym powstają polimery zewnątrzkomórkowe (EZP), których ilość znacznie wzrasta w określonych warunkach fizycznych naprężeń. Polimery zewnątrzkomórkowe zwiększają narosty na powierzchni membrany („Bio-Fouling”). Przerost lub spadek zawartości EZP_s względem żądanej miary, powoduje znaczne zmniejszenie się filtracyjności biomasy. Poza tym, w tych warunkach cząstki zawieszinowe w aktywnym osadzie ściekowym znacznie łatwiej przyczepiają się do powierzchni membrany. Ponadto stwierdzono, że określone, nitkowate organizmy (na przykład bakterie typu *Microthrix parvicella*, *Nocardia*, Typ 021 itd.) mają podobnie negatywne działanie na przepustowość membran z włókna lumenizowanego, jak polimery zewnątrzkomórkowe (pozakomórkowe).

Dalszym zadaniem wynalazku są więc zabiegi, za pomocą których unika się niekorzystnych warunków otoczenia, które zmniejszają przepustowość membran z włókna lumenizowanego w bioreaktorach membranowych. Odpowiedni sposób oraz specjalny bioreaktor membranowy stanowią również przedmiot wynalazku.

Zadanie to zostało rozwiązane przez to, że przed zbiornikiem filtracyjnym zawierającym urządzenia filtracyjne według wynalazku, włączony jest przynajmniej jeden zbiornik, do którego doprowadza się silnie obciążone ścieki (dalej zwane „ścieki surowe”). Ten wstępny zbiornik będzie dalej nazywany kontraktorem. Do kontraktora zawracana jest przynajmniej część biologicznie aktywnego materiału pochodzącego ze zbiornika filtracyjnego.

Wskutek tego mikroorganizmy utworzone w osadzie aktywnym poddane są zmianie warunków otoczenia. Ta zmiana obciążenia powoduje obumieranie zwłaszcza organizmów nitkowatych. Szczególnie dobre są tego wyniki, gdy zmiana obciążenia powtarzana jest wielokrotnie. Z tego względu oczyszczane ścieki cyrkulują wielokrotnie pomiędzy kontraktorem i zbiornikiem filtracyjnym. Korzystne jest, gdy zawracana ilość ze zbiornika filtracyjnego wynosi 5 do 300% objętościowych, zwłaszcza 10 do 100% objętościowych ilości dziennego dopływu surowych ścieków. Czas przebywania w kontraktorze ścieków zawróconych ze zbiornika filtracyjnego, wynosi pomiędzy 2 a 120 min, zwłaszcza pomiędzy 20 a 90 min.

Poza tym okazało się celowe, aby w zbiorniku włączonym przed zbiornikiem filtracyjnym, utrzymywać określony stosunek biomasy do organicznego obciążenia. Według wynalazku, w tym celu utrzymuje się określony stosunek biochemicznego zapotrzebowania na tlen (CSB) surowych ścieków, do biologicznego osadu ściekowego (TS) zawróconego ze zbiornika filtracyjnego, i to tak, że w obszarze kontraktora, do którego zawrócony został ze zbiornika filtracyjnego biologicznie aktywny materia-

łem w surowych ściekach ustawiony jest ten stosunek na wielkość 1 do 100 kg CSB/kg TS, na dzień, a korzystnie na 5 do 70 kg CSB/kg TS, na dzień. Ustawienie stosunku następuje przez dobranie odpowiednich rozmiarów kontraktora i/lub pojemność dopływów i odpływów.

Celowo, obniża się w kontraktorze stosunek pomiędzy biochemicznym zapotrzebowaniem na tlen (CSB) i biologicznym osadem ściekowym (TS) do takiej wartości, że po ponownym skierowaniu ścieków z kontraktora do zbiornika filtracyjnego, w zbiorniku filtracyjnym ustala się stosunek pomiędzy biochemicznym zapotrzebowaniem na tlen (CSB) i biologicznym osadem ściekowym (TS) wynoszący od 0,01 do 1 kg CSB/kg TS na dzień, korzystnie 0,02 do 0,6 kg CSB/kg TS na dzień. Jeżeli stosunek CSB/TS znajduje się w podanym zakresie, to w zbiorniku filtracyjnym ustalają się optymalne warunki dla filtracji membranowej. Tworzenie się osadów na powierzchniach membran ulega wyraźnej redukcji.

Kontraktor może składać się z jednego tylko zbiornika. Korzystnie jednak jest, gdy kontraktor podzielony jest przynajmniej na dwa szeregowo połączone zbiorniki kontraktora, przy czym kierunek przepływu przebiega od pierwszego zbiornika kontraktora do ostatniego zbiornika kontraktora włączanego bezpośrednio przed zbiornikiem filtracyjnym, a wprowadzanie surowych ścieków oraz zawracanie biologicznie aktywnego materiału ze zbiornika filtracyjnego następują do pierwszego zbiornika kontraktora, przy czym ścieki z ostatniego zbiornika kontraktora zawracane są do zbiornika filtracyjnego.

Podany uprzednio najwyższy stosunek CSB/TS istnieje więc w pierwszym zbiorniku kontraktora i zmniejsza się kolejno do ostatniego zbiornika, skąd ścieki o szczególnie dogodnym stężeniu EZB_s i o wyraźnie zmniejszonym udziale mikroorganizmów, zostają doprowadzone do zbiornika filtracyjnego. W ten sposób rozmiar powstających osadów na membranach ulega znacznej redukcji.

Korzystnie, liczba zbiorników kontraktora wynosi 2 do 20, zwłaszcza 3 do 12. Zmniejszanie się stosunku CSB/TS w tych zbiornikach, następuje korzystnie w zasadniczo równomiernych stopniach.

Spadek stosunku CSB/TS uzyskany został za pomocą biosorpcji i inkorporacji materiału organicznego. W ten sposób usunięta została także większa część swobodnych polimerów zewnątrzkomórkowych, gdyż przy zastosowaniu kontraktora zostały one w znacznym zakresie związane w postaci kłaczkowatej formacji. Przy tym także duże ilości zwykle trudno filtrowalnych organicznych makromolekuł zostały związane bezpośrednio z kłaczkami osadu aktywnego, przy czym polimery zewnątrzkomórkowe (pozakomórkowe) silnie wspierały ten przebieg. W ten sposób uzyskano znacznie lepiej filtrowalne zawiesiny.

Korzystne dla tworzenia się kłaczek jest, jeżeli w kontraktorze nie zachodzi żadne mieszanie. Dlatego też korzystnie rezygnuje się z mechanicznego mieszania. Zamiast tego, w kontraktorze umieszczone są korzystnie ścianki kierujące, zwłaszcza poziome lub pionowe przeszkody służące do ustalania określonej prędkości przepływu. Celowo wynosi ona 1 do 60 m/godz., korzystnie 10 do 40 m/godz. Szczególnie korzystnie kontraktor lub określone części zbiornika kontraktora wykonane są jako reaktor tłokowy lub jako reaktor rurowy.

Poza tym bioreaktor membranowy według wynalazku może zawierać inne elementy składowe, znane ze stanu techniki. Na przykład można stosować urządzenie napowietrzające, aby zależnie od poddawanego obróbce substratu można było ustalić odpowiednie warunki aerobowe, beztlenowe lub anaerobowe.

Bioreaktor membranowy według wynalazku, do filtracji wykorzystuje korzystnie urządzenia filtracyjne lub moduły filtracyjne według wynalazku, jednak nie jest ograniczony tylko do tego. Mogą być też stosowane inne zespoły filtrów membranowych, na przykład opisane we wspomnianym stanie techniki lub układy płaskomembranowe.

Wynalazek zostanie wyjaśniony na rysunku, na którym, fig. 1 przedstawia, w widoku z góry, urządzenie filtracyjne według wynalazku, fig. 2 - wiązkę membran z włókna drażonego stosowaną w urządzeniu filtracyjnym według wynalazku fig. 1, fig. 3 - moduł filtracyjny według wynalazku, a fig. 4 przedstawia bioreaktor membranowy w przekroju poprzecznym.

Na fig. 1 przedstawione jest urządzenie filtracyjne 1 według wynalazku, w widoku z góry. Urządzenie filtracyjne 1 zawiera urządzenie doprowadzające gaz 5 z nośnikiem 6, zasadniczo cylindrycznym. Zewnętrzna powłoka obwodowa 7 nośnika 6, na całej swej powierzchni ma równomiernie rozmieszczone przelotowe otwory, które ze względu na wyrazistość rysunku nie są uwidocznione. W dolnym obszarze czołowym nośnika 6 znajduje się przyłącze sprężonego powietrza 8, poprzez które sprężone powietrze doprowadza się do wnętrza nośnika 6. Sprężone powietrze, poprzez otwory na zewnętrznej powierzchni obwodowej 7 nośnika 6, wydostaje się na zewnątrz. Na zewnętrzną powierzchnię obwodową 7 nawinięta jest wiązka włókien 2. Wiązka włókien jest tu przedstawiona sche-

matycznie i ograniczona tylko do części obszaru zewnętrznej powierzchni obwodowej 7. W rzeczywistości jest ona nawinięta równomiernie na całej zewnętrznej powierzchni obwodowej 7.

Wiązka włókien 2 przedstawiona jest dokładniej na fig. 2. Składa się ona z dużej ilości cienkich membran z włókna lumenizowanego 3 mającego na przykład długość aż 3 m. W wiązce włókien 2 znajduje się na przykład tak wiele membran z włókna lumenizowanego 3, że powstaje powierzchnia filtracyjna wynosząca 4 m². Końce 4 i 4' membran z włókna drażonego 3 umocowane są w głowicach przyłączeniowych 9 i 9'. W tym celu, w głowicach przyłączeniowych 9, 9' znajdują się przelotowe otwory dla końców włókien 4 i 4', w których te końce są osadzone. Membrany z włókna lumenizowanego 3 po osadzeniu ich w głowicach przyłączeniowych 9 i 9' pozostają na obu końcach 4 i 4' otwarte. Osadzanie dokonuje się w znany sposób, na przykład tak jak to opisano we wspomnianych na wstępie publikacjach.

W celu nawinięcia na nośnik 6, jedna z obu głowic przyłączeniowych 9 albo 9' zostaje nasadzona na koniec przyłącza ssawnego 10, w kształcie litery T, które znajduje się na czołowej stronie końca nośnika 6. Następnie wiązkę włókien 2 nawija się wokół zewnętrznej powierzchni obwodowej 7 nośnika 6, w kierunku do przyłącza ciśnieniowego 8, a następnie z powrotem do przyłącza ssawnego 10. Wtedy drugą głowicę przyłączeniową nasadza się na drugi koniec przyłącza teowego.

Wiele urządzeń filtracyjnych 1 według wynalazku można zestawić w moduł filtracyjny 11, przedstawiony schematycznie na fig. 3. Urządzenia filtracyjne 1, przyłączem sprężonego powietrza 8 skierowanym do dołu, wstawia się w odpowiednie zamocowanie, tutaj nie przedstawione.

W module filtracyjnym 11 wszystkie przyłącza sprężonego powietrza 8 urządzeń filtracyjnych 1 dołączone są do wspólnego przyłącza sprężonego powietrza 12. Podobnie wszystkie przyłącza ssawne 10 w górnym obszarze urządzenia filtracyjnego 1 połączone są ze wspólnym odprowadzeniem 13 produktu filtracji z membran z włókna lumenizowanego 3. Odprowadzenie 13 może być połączone z odpowiednią pompą.

W sposobie według wynalazku do oczyszczania wody lub ścieków, przedstawiony na fig. 3 moduł filtracyjny 11 ustawiony został w zbiorniku filtracyjnym, w którym znajduje się ciecz przeznaczona do filtracji. Sposób według wynalazku zostanie wyjaśniony na przykładzie z fig. 4 wraz z bioreaktorem membranowym według wynalazku.

Membranowy bioreaktor 16 służy tu do oczyszczania ścieków komunalnych z zastosowaniem osadu aktywnego. Zawiera on zbiornik filtracyjny 14, który wypełniony jest wstępnie oczyszczonymi ściekami 22. W zbiorniku filtracyjnym 14 znajduje się wiele równolegle połączonych filtracyjnych modułów 11, z których każdy zawiera wiele urządzeń filtracyjnych 1. Każdy moduł filtracyjny 11 jest połączony z odprowadzeniem 13 produktu filtracji, oraz z doprowadzeniem sprężonego powietrza 12 do wdmuchiwanie sprężonego powietrza. Poprzez przewód sprężonego powietrza 12 do modułów filtracyjnych 11 i do zawartych w nich urządzeń filtracyjnych 1, doprowadza się sprężone powietrze. Dokonuje się tego korzystnie w opisany, nieciągły sposób powtarzających się przetłoczeń. Sprężone powietrze, poprzez doprowadzenie 12, przechodzi do przyłącza sprężonego powietrza 8 w poszczególnych urządzeniach filtracyjnych 1, i stąd do wnętrza nośników 6. Poprzez przelotowe otwory w zewnętrznych powierzchniach obwodowych 7 urządzeń filtracyjnych 1, sprężone powietrze przechodzi równomiernie i na dużej powierzchni. Powoduje ono równomierne i bardzo skuteczne ścinanie osadów, które utworzyły się na powierzchniach membran w membranach z włókna lumenizowanego 3.

Produkt filtracji, który znajduje się we wnętrzu membran z włókna lumenizowanego 3, odprowadzany jest z bioreaktora membranowego 16 poprzez przyłącza ssawne 10 poszczególnych urządzeń filtracyjnych 1 i poprzez odprowadzanie 13 produktu filtracji. Odprowadzenie 13 może także pracować z przebiegiem odwrotnym. Ma to miejsce, gdy przeprowadza się czyszczenie membran z włókna lumenizowanego, przy zastosowaniu cieczy, zwłaszcza z dodatkiem czyszczących chemikalii. Ten przebieg płukania wstecznego jest zasadniczo znany, i został na przykład opisany we wspomnianej publikacji US 6 214 231 B1. Ciecz, przy zwiększonym ciśnieniu, pompuje się poprzez przewód 13 i poszczególne przyłącza ssawne 10, do wnętrza membran z włókna lumenizowanego 3, i poprzez powierzchnie zewnętrzne membran przechodzi ona na zewnątrz. Powoduje to odrywanie się osadów przylegających do powierzchni membrany. Ze względu na bardzo skuteczne czyszczenie sprężonym powietrzem, takie przebiegi wsteczne nie są zbyt często konieczne w urządzeniu według wynalazku.

W innym wykonaniu wynalazku, oczyszczanie ścieków przeprowadza się w taki sposób, że osady już z góry ulegają redukcji ze względu na celowe sterowanie warunkami w reaktorze membranowym 16 według wynalazku. W tym celu przed zbiornikiem filtracyjnym 14 bioreaktora 16 według wynalazku, włączony jest kontraktor 15. Kontraktor 15 rozdzielony tu jest za pomocą pionowej ściany

działowej 17 przy dnie reaktora, na dwa cząstkowe zbiorniki 18 i 19. Kontraktor może także zawierać tylko jeden zbiornik. W praktyce stosuje się zwykle więcej niż dwa zbiorniki. Dla lepszej przejrzystości przedstawione są tu jednak tylko dwa zbiorniki. Pierwszy zbiornik 18 i drugi zbiornik 19 połączone są ze sobą przewodem przelewowym. Podobnie, przewód przelewowy znajduje się pomiędzy drugim zbiornikiem 19 i zbiornikiem filtracyjnym 14. Do pierwszego zbiornika 18 kontraktora 15 prowadzą dwa doprowadzenia, mianowicie doprowadzenie 20 ścieków surowych i doprowadzenie 21, za pomocą którego materiał ze zbiornika filtracyjnego 14 może recykulować do kontraktora, a dokładniej do pierwszego zbiornika 18. Dopływająca ilość z obu doprowadzeń 20 i 21 w stosunku do ilości napełniającej pierwszy zbiornik 18 kontraktora ustalona jest za pomocą odpowiednich rozmiarów zbiornika kontraktora i wydajności pomp (nie przedstawionych) przyporządkowanych doprowadzeniom 20 i 21. Według wynalazku regulację przeprowadza się tak, że w pierwszym zbiorniku 18 nastawia się stosunek 1 do 100 kg biochemicznego zapotrzebowania na tlen przez surowe ścieki z doprowadzenia 20/kg zawróconego biologicznego osadu ściekowego z doprowadzenia 21. Korzystnie regulacja doprowadzeń 20 i 21 przebiega tak, że powstaje stosunek 5 do 70 kg CBS/kg zawróconego osadu ściekowego, na dzień.

Zawracana ilość biomasy ze zbiornika filtracyjnego 14 poprzez przewód 21 celowo nastawiana jest tak, że wynosi 5 do 300% objętościowych, zwłaszcza 10 do 100% objętościowych ilości dziennego dopływu surowych ścieków. Prędkość, z którą dopływ ze zbiornika filtracyjnego 14 zawracany jest z kontraktora 15 do zbiornika filtracyjnego 14, wynosi celowo pomiędzy 2 i 120 min, korzystnie pomiędzy 20 i 90 min. Prędkość przepływu wewnątrz kontraktora 15 ustalona jest celowo na wielkość 1 do 60 m/godz., zwłaszcza 10 do 40 m/godz. W celu nastawienia prędkości przepływu i dla lepszego przemieszania, wewnątrz kontraktora 15 mogą być na przykład zabudowane poziome lub pionowe przeszkody. Ze względu na przejrzystość nie są one tu przedstawione, ale zasadniczo są znane. Korzystnie kontraktor ze swoim pierwszym zbiornikiem 18 i drugim zbiornikiem 19, wykonany jest jako reaktor tłokowy lub jako reaktor rurowy.

Podczas trwania czasu przebywania biomasy w kontraktorze 15 spada wskutek flokulacji udział polimerów zewnątrzkomórkowych i trudno filtrowalnych organicznych makromolekuł. Obecność polimerów zewnątrzkomórkowych usprawnia przy tym wiązanie organicznych makromolekuł od kłaczków aktywnych osadów ściekowych. Jednocześnie zmniejsza się także stężenie mikroorganizmów, gdyż obumierają one w bardzo obciążonych częściach zbiornika, do których zostały zawrócone ze zbiornika filtracyjnego 14. Odpowiednio, z dłuższym czasem przebywania w kontraktorze 15 spada także stosunek CSB/TS. Dlatego w drugim reaktorze 19 jest on niższy niż w pierwszym reaktorze 18. Ścieki pozostawione są korzystnie w drugim reaktorze 19 tak długo, aż przy zawracaniu ścieków 22 z ostatniego zbiornika kontraktora 19 do zbiornika filtracyjnego 14, w tym ostatnim ustali się stosunek CSB/TS w zakresie od 0,01 do 1 kg CBS/kg TS na dzień, a korzystnie od 0,02 do 0,6 kg CBS/kg TS na dzień. Przy utrzymaniu tych wartości w zbiorniku filtracyjnym 14 powstają warunki, które utrudniają tworzenie się osadów na membranach z włókien lumenizowanych 3. Widoczna jest wyraźna poprawa filtracji ścieków 22 w stosunku do znanej eksploatacji bioreaktorów membranowych. Zdolność przerobowa wyraźnie zwiększa się w porównaniu do znanych reaktorów. Prace konserwacyjne i oczyszczanie są natomiast wymagane znacznie rzadziej.

Bioreaktor membranowy 16 według wynalazku obejmuje nie tylko przedstawione wykonanie z modułami filtracyjnymi 11 według wynalazku, lecz także takie bioreaktory membranowe z innymi wykonaniami membranowych urządzeń filtracyjnych. Na przykład można stosować takie urządzenia filtracyjne z membranami z włókien lumenizowanych, jakie zostały opisane w stanie techniki. Poza tym mogą być stosowane urządzenia filtracyjne z membranami płaskimi. Ponadto bioreaktor membranowy 16 według wynalazku może zawierać inne części składowe i urządzenia znane ze stanu techniki. Na przykład możliwe jest zastosowanie w kontraktorze 15 urządzenia napowietrzającego, aby zależnie od oczyszczanego osadu ściekowego zapewnić aerobowe, anaerobowe lub beztlenowe warunki otoczenia. Można również w poszczególnych zbiornikach stosować urządzenia mieszające do obiegu ścieków, mimo że obecnie korzystne jest, aby w kontraktorze 15 nie umieszczać mieszadła.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie filtracyjne do oddzielania cząstek z cieczy za pomocą membran z włókien lumenizowanych ujętych w wiązkę włókien, poprzez które przepływa ciecz z zewnątrz do wewnątrz i z któ-

rych, przynajmniej z jednego ich końca, odprowadzana jest odfiltrowana ciecz, w którym znajduje się także urządzenie doprowadzające gaz do opłukiwania z zewnątrz gazem membran z lumenizowanego włókna, **znamiennie tym**, że urządzenie doprowadzające gaz (5) zawiera nośnik (6), którego zewnętrzna powierzchnia obwodowa (7), przynajmniej częściowo, przepuszczalna jest dla gazu, od środka na zewnątrz, przy czym wiązka włókien (2) nawinięta jest na zewnątrz powierzchnię obwodową (7) nośnika (6).

2. Urządzenie według zastr. 1, **znamiennie tym**, że zewnętrzna powierzchnia obwodowa (7) ma otwory przelotowe w postaci dziurek lub szczelin, albo wykonana jest z porowatego materiału i korzystnie ma kształt cylindrycznego płaszcza.

3. Urządzenie według zastr. 1 albo 2, **znamiennie tym**, że zewnętrzna powierzchnia obwodowa (7) nośnika (6) ma długość 1 do 100 cm, korzystnie 5 do 70 cm i średnicę 1 do 40 cm, korzystnie 5 do 20 cm.

4. Urządzenie według jednego z zastr. 1-3, **znamiennie tym**, że nośnik (6) na swym końcu od strony czołowej ma przyłącznie (8) gazu, zwłaszcza sprężonego powietrza.

5. Urządzenie według jednego z zastr. 1-4, **znamiennie tym**, że końce (4) membran z lumenizowanego włókna (3) zamocowane są przynajmniej w jednej głowicy przyłączeniowej (9), która połączona jest z przyłączem ssawnym (10) do odprowadzania produktu filtracji z membran z lumenizowanego włókna (3).

6. Urządzenie według zastr. 5, **znamiennie tym**, że pierwsze końce (4) każdej membrany z lumenizowanego włókna (3) połączone są z pierwszą głowicą przyłączeniową (9), a drugie końce (4) membran z lumenizowanego włókna (3) połączone są z drugą głowicą przyłączeniową (9).

7. Urządzenie według zastr. 5 albo 6, **znamiennie tym**, że głowica przyłączeniowa (9, 9') i przyłącznie gazu (8) umieszczone są na przeciwległych końcach nośnika (6) od strony czołowej.

8. Urządzenie według jednego z zastr. 1-7, **znamiennie tym**, że wiele membran z lumenizowanego włókna (3) ujęte jest w wiązkę włókien (2) tak, że ma ona powierzchnię filtracyjną od 0,1 do 10 m², zwłaszcza 0,5 do 5 m².

9. Moduł filtracyjny, **znamiennie tym**, że zawiera wiele urządzeń filtracyjnych (1) według jednego z zastrzeżeń 1-8, zwłaszcza wiele pionowo obok siebie umieszczonych urządzeń filtracyjnych (1), skierowanych do dołu stroną do doprowadzania gazu.

10. Moduł według zastr. 9, **znamiennie tym**, że urządzenia filtracyjne (1) umieszczone są tak, że powstaje powierzchnia filtracyjna 50 do 700 m²/m³, zwłaszcza 100 do 400 m²/m³.

11. Moduł według zastr. 9 albo 10, **znamiennie tym**, że urządzenia filtracyjne (1) mają wspólne doprowadzenie (12) gazu, korzystnie sprężonego powietrza, i/lub wspólne odprowadzenie (13) produktu filtracji.

12. Zastosowanie urządzenia filtracyjnego (1) według jednego z zastr. 1-8 lub modułu filtracyjnego (11) według jednego z zastr. 9-11, do oczyszczania wody lub ścieków.

13. Sposób oczyszczania wody lub ścieków obejmujący operacje:

- wprowadzania zanieczyszczonej biologicznie aktywnym materiałem wody (ścieków) (22) do zbiornika filtracyjnego (14), w którym umieszczony jest przynajmniej jeden moduł filtracyjny (11) według jednego z zastr. 9-11, i

- odprowadzania wody oczyszczonej z biologicznie aktywnym materiałem, przy czym osady utworzone na zewnętrznych powierzchniach membran z lumenizowanego włókna (3) usuwa się za pomocą wydmuchiwania gazu poprzez zewnętrzne powierzchnie obwodowe (7) nośników (6) membran z lumenizowanego włókna (3).

14. Sposób według zastr. 13, **znamiennie tym**, że gaz doprowadza się w sposób przerywany.

15. Sposób według jednego z zastr. 13 albo 14, **znamiennie tym**, że przed zbiornikiem filtracyjnym (14) włączony jest kontraktor (15), a przynajmniej część oddzielonego w zbiorniku filtracyjnym (14) biologicznie aktywnego materiału zawracana jest do kontraktora (15).

16. Sposób według zastr. 15, **znamiennie tym**, że zawracana ilość ze zbiornika filtracyjnego (14) wynosi 5 do 300% obj., zwłaszcza 10 do 100% obj. ilości dziennego dopływu surowych ścieków.

17. Sposób według zastr. 15 albo 16, **znamiennie tym**, że czas przebywania w kontraktorze (15) ośrodka zawróconego ze zbiornika filtracyjnego (14) wynosi 2 do 120 min., zwłaszcza 20 do 90 min.

18. Sposób według jednego z zastr. 15-17, **znamiennie tym**, że w obszarze kontraktora (15), do którego zawraca się biologicznie aktywny materiał ze zbiornika filtracyjnego (14), stosunek pomiędzy biochemicznym zapotrzebowaniem na tlen surowych ścieków (CSB) i biologicznym osadem ście-

kowym (TS) zawróconym ze zbiornika filtracyjnego (14) ustawiony jest na 1 do 100 kg CSB/kg TS na dzień, korzystnie 5 do 70 kg CSB/kg TS na dzień.

19. Sposób według zastrz. 18, **znamienny tym**, że stosunek pomiędzy biochemicznym zapotrzebowaniem na tlen (CSB) i biologicznym, zawróconym osadem ściekowym (TS), obniża się w kontraktorze (15) do takiej wartości, że po zwróceniu ścieków z kontraktora (15) do zbiornika filtracyjnego (14), w zbiorniku filtracyjnym (14) ustala się stosunek pomiędzy biochemicznym zapotrzebowaniem na tlen (CSB) i biologicznym osadem ściekowym (TS) od 0,01 do 1 kg CSB/kg TS na dzień, korzystnie 0,02 do 0,6 kg CSB/kg TS na dzień.

20. Sposób według jednego z zastrz. 15-19, **znamienny tym**, że kontraktor (15) podzielony jest przynajmniej na dwa połączone szeregowo zbiorniki kontraktora (18, 19), o kierunku przepływu przebiegającym od pierwszego zbiornika kontraktora (18) do ostatniego zbiornika kontraktora (19) włączonego bezpośrednio przed zbiornikiem filtracyjnym (14), przy czym doprowadzanie surowych ścieków oraz zawracanie biologicznie aktywnego materiału ze zbiornika filtracyjnego (14) następują zawsze do pierwszego zbiornika kontraktora (18), a ścieki z ostatniego zbiornika kontraktora (19) kierowane są z powrotem do zbiornika filtracyjnego (14).

21. Sposób według jednego z zastrz. 15-20, **znamienny tym**, że prędkość przepływu wewnątrz kontraktora (15) ustawia się na wartość 1 do 60 m na godzinę, zwłaszcza 10 do 40 m na godzinę.

22. Sposób według jednego z zastrz. 15-21, **znamienny tym**, że w kontraktorze (15) znajdują się ścianki kierujące do sterowania strumieniem cieczy.

23. Sposób według zastrz. 22, **znamienny tym**, że kontraktor (15) wykonany jest jako reaktor tłokowy lub reaktor rurowy.

24. Bioreaktor membranowy ze zbiornikiem filtracyjnym, w którym znajduje się membranowy moduł filtracyjny, **znamienny tym**, że przed zbiornikiem filtracyjnym (14) włączony jest kontraktor (15) z co najmniej jednym zbiornikiem kontraktora, w którym ma ujście dopływ (20) surowych ścieków i dopływ (21) do zawracania biologicznie aktywnego materiału ze zbiornika filtracyjnego (14).

25. Bioreaktor według zastrz. 24, **znamienny tym**, że kontraktor (15) podzielony jest na przynajmniej dwa szeregowo połączone zbiorniki kontraktora (18, 19) o kierunku przepływu prowadzącym od pierwszego zbiornika kontraktora (18) do ostatniego zbiornika kontraktora (19), włączonego bezpośrednio przed zbiornikiem filtracyjnym (14), a dopływ (20) do wprowadzania surowych ścieków oraz dopływ (21) do zawracania biologicznie aktywnego materiału ze zbiornika filtracyjnego (14), mają ujście każdorazowo w pierwszym zbiorniku kontraktora (18).

26. Bioreaktor według zastrz. 24 albo 25, **znamienny tym**, że kontraktor (15) ma takie rozmiary, że w obszarze, do którego zawracany jest biologicznie aktywny materiał ze zbiornika filtracyjnego (14), pomiędzy biochemicznym zapotrzebowaniem na tlen przez surowe ścieki (CSB) i biologicznym osadem ściekowym (TS) zawracanym ze zbiornika filtracyjnego (14), ustala się stosunek wynoszący 1 do 100 kg CSB/TS na dzień, korzystnie 5 do 70 kg CSB/kg TS na dzień.

27. Bioreaktor według zastrz. 25 albo 26, **znamienny tym**, że stosunek pomiędzy biochemicznym zapotrzebowaniem na tlen i biologicznym osadem ściekowym zmniejsza się poczynając od pierwszego zbiornika kontraktora (18) do ostatniego zbiornika kontraktora (19).

28. Bioreaktor według jednego z zastrz. 24-27, **znamienny tym**, że kontraktor (15) podzielony jest na 2 do 20, zwłaszcza na 3 do 12 zbiorników kontraktora.

29. Bioreaktor według jednego z zastrz. 24-28, **znamienny tym**, że stosunek pomiędzy biochemicznym zapotrzebowaniem na tlen (CSB) i biologicznym osadem ściekowym (TS), przy zawracaniu z kontraktora (15) do zbiornika filtracyjnego (14) ma taką wartość, że w zbiorniku filtracyjnym (14) pomiędzy biochemicznym zapotrzebowaniem na tlen (CSB) i biologicznym osadem ściekowym (TS) ustala się stosunek wynoszący od 0,01 do 1 kg CSB/kg TS na dzień, korzystnie 0,02 do 0,6 kg CSB/kg TS na dzień.

30. Bioreaktor według jednego z zastrz. 24-29, **znamienny tym**, że w kontraktorze (15) znajdują się ścianki kierujące do sterowania strumieniem cieczy.

31. Bioreaktor według jednego z zastrz. 24-30, **znamienny tym**, że kontraktor (15) ma urządzenie napowietrzające.

32. Bioreaktor według jednego z zastrz. 24-31, **znamienny tym**, że membranowa jednostka filtracyjna składa się z co najmniej jednego modułu filtracyjnego (11) według jednego z zastrz. 9-11.

Rysunki

Fig. 1

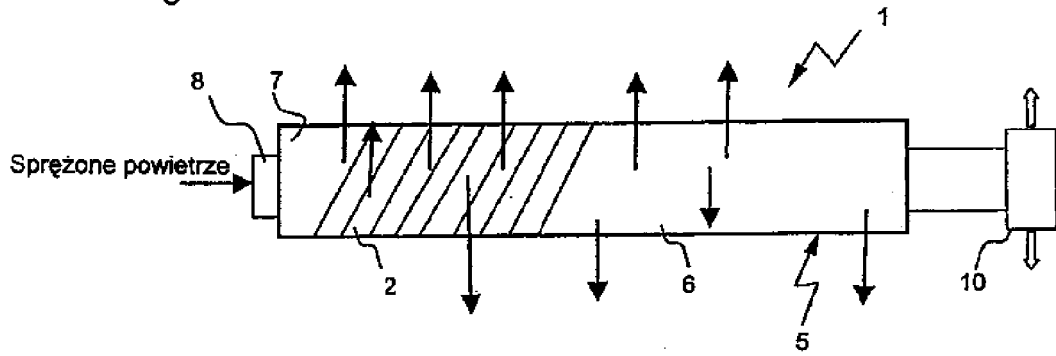


Fig. 2

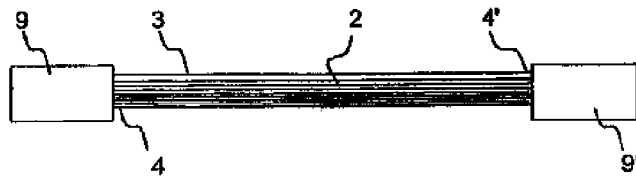


Fig. 3

