

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 242571 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **426089**

(22) Data zgłoszenia: **2018.06.27**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2020.01.02 BUP 01/2020**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.03.13 WUP 11/2023**

(51) MKP:

C02F 1/461 (2006.01)

C02F 1/52 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:
**UNIWERSYTET WARMIŃSKO-MAZURSKI
W OLSZTYNIE, Olsztyn, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:
BARTOSZ LIBECKI, Olsztyn, PL

(74) Pełnomocnik:
Izabella Raniszewska, Olsztyn, PL

(54) Tytuł:

Koagulator do oczyszczania ścieków

PL 242571 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest koagulator do oczyszczania ścieków (wód zanieczyszczonych) metodą koagulacji przeznaczony do oczyszczania ścieków zawierających substancje organiczne i fosforany, takich jak: ścieki komunalne oraz przemysłowe, zwłaszcza z przemysłu spożywczego (mięsnego, mleczarskiego) lub włókienniczego, a także do oczyszczania wód użytkowych. Urządzenie według wynalazku może pracować jako główny moduł systemów przydomowych oczyszczalni ścieków oraz podczyszczalni ścieków przemysłowych.

Urządzenia stosowane do oczyszczania ścieków metodą koagulacji (koagulatory) stosowane są w celu usuwania zanieczyszczeń organicznych koloidalnych, zawiesin oraz wytrącania fosforanów metodą koagulacji chemicznej przy użyciu soli metali wielowartościowych, tj. glinu, żelaza, wapnia. Proces ten wymaga zastosowania odpowiednich urządzeń i zbiorników, które umożliwiają przygotowanie roztworów koagulantów i ich dozowania do ścieków, jak: zbiorniki zarobowe, dawkowniki oraz pompy dozujące. Proces koagulacji objętościowej w pierwszej fazie wymaga dobrego wymieszania w celu kontaktu zanieczyszczeń z jonami metali, co prowadzi do destabilizacji cząstek koloidów, a następnie w drugiej fazie – flokulacji – do wytworzenia kłaczków osadu oraz wiązania fosforanów i strącania zawiesin. Trzecia faza separacji osadu odbywa się metodą filtracji w filtrach, sedymentacji w osadnikach np. z przepływem pionowym o dnie lejowym lub metodą flotacji ciśnieniowej we flotatorach. Poprawę efektywności flokulacji można uzyskać metodą koagulacji kontaktowej z wykorzystaniem osadu zawieszonego lub koagulacji powierzchniowej na złożach filtrów pośpiesznych np. żwirowych, w których cały proces koagulacji odbywa się na powierzchni wypełnienia złoża.

Koagulację chemiczną inicjuje się za pomocą koagulantów dozowanych do ścieków – soli glinu lub żelaza, albo poprzez roztwarzanie metali w procesie elektrokoagulacji znanym sposobem – po doprowadzeniu prądu elektrycznego do elektrod. Źródłem metali w roztworze może być także ogniwo elektrochemiczne (korozyjne), które tworzą dwa elementy zanurzone w elektrolicie, zbudowane z metali różniących się standardowymi potencjałami elektrochemicznymi. Przez ogniwo przepływa prąd, przy czym w strefie anodowej następuje utlenianie, uwalnianie elektronów i kationów metali, a na katodzie redukcja. Koagulację chemiczną w wyniku procesu roztwarzania metali można usprawnić poprzez użycie ogniw elektrochemicznych zbudowanych z elektrod węglowych – katod oraz anod z protektorowych stopów aluminiowych jak pokazano w zgłoszeniu polskiego wynalazku nr P.398207A.

W polskim zgłoszeniu wynalazku PL385558 pt. „Wypełnienie aktywne” opisano urządzenie, w którym wykorzystano bezprądowe roztwarzanie metali z elementów wypełnień aktywnych w oparciu o zjawisko korozji elektrochemicznej do wspomagania biologicznego procesu oczyszczania ścieków, w tym do usuwania fosforu. Przy czym wypełnienie złoża stanowią granulaty z tworzyw sztucznych zawierających aluminium i miedź. Wypełnienie aktywne ze złomu stalowego i aluminiowego znane jest z pracy pt. „Przemiany zanieczyszczeń ścieków w reaktorze z wypełnieniem stalowym i aluminiowym”. *Ochrona Środowiska*, 4/24, s. 31–36, 2004.

Powszechnie znanym sposobem oczyszczania ścieków jest koagulacja w wyniku roztwarzania żelaza ze stali w formie rozdrobnionej w postaci wiórów lub opiłków (Zero Valent Iron – ZVI) (*Ground Water* 1994, 32(6), 958–957; *Environ. Sci. Technol.*, 1996, 30 (1), 153–160). Proces korozji stali zachodzi w wyniku procesów mikroelektrolizy podczas kontaktu złoża z elektrolitem, jaki stanowią ścieki. Wysoki stopień rozdrobnienia stali gwarantuje dużą powierzchnię właściwą złoża i tym samym niezliczoną ilość miejsc korozyjnych – mikroogniw, w których zachodzą procesy katodowe oraz anodowe. Najważniejsze czynniki wpływające na szybkość procesów korozji to: rodzaj i powierzchnia stali, stężenie rozpuszczonego tlenu, przewodnictwo elektrolitu oraz pH.

Metodę ZVI ze złożem w postaci zanurzonych pakietów wiórów stalowych z domieszką 0,1% Cu wykorzystano do oczyszczania ścieków komunalnych w pełnej skali (*Environ. Sci. Technol* 2008, 42, 5384–5389). W efekcie przepływu ścieków przez złożo stalowe i infiltracji zapewniono stały kontakt z elektrolitem i przebieg procesu mikroelektrolizy. Proces ten jest intensyfikowany w warunkach tlenowych np. w efekcie wymuszonego napowietrzania ścieków aeratorem drobnopęcherzykowym umieszczonym poniżej pakietu złoża (*Procedia Environ. Sciences* 10 (2011), 1154–1158). Przykładami nowych wynalazków do oczyszczania ścieków z wykorzystaniem złoża mikroelektrolitycznego mogą być różnego typu urządzenia usprawniające proces. W opatentowanym wynalazku CN106865702 podwieszono złożo mikroelektrolityczne zasilane jest ściekami hydraulicznym systemem rozprowadzania oraz układem gazowym umieszczonym w dolnej części reaktora.

Przeznaczony do wstępnego oczyszczania ścieków opatentowany system CN103922520 złożony z 2 reaktorów i krążącego wewnątrz nich złoża fluidalnego do mikroelektrolizy, w którym wyróżniono strefy osadzania i rozdziału, reakcji i separacji złoża od ścieków.

Wynalazek CN103754991 przedstawia cylindryczny reaktor z pokrywą oraz złożem żelazowo-węglowym i rurą z mikroporami zasilającą złożo od wewnątrz. Złożo jest napowietrzane i przepłukiwane ściekami, a płytka filtracyjna umieszczona jest tak, że służy jako podpora złoża i umożliwia odpływ ścieków dolnym krańcem reaktora.

Inne rozwiązania techniczne do oczyszczania ścieków z wykorzystaniem mikroelektrolizy w reaktorach cylindrycznych ze złożem żelazowo-węglowym prezentują poniższe wzory użytkowe.

CN202558680 – Zbiornik z cylindrem wewnątrz, pompą recyrkulacyjną i pompą do wstecznego płukania złoża węglowo-żelazowego i rurociągiem do napowietrzania. CN204162481 – Urządzenie do oczyszczania ścieków w drodze filtracji i mikroelektrolizy tworzy reaktor z wypełnieniem złoża mikroelektrolitycznego z wielopoziomową komorą reakcyjną zaprojektowaną tak, że cząstki złoża zmniejszają się w głąb wypełnienia.

CN202744368 – Urządzenie do obróbki ścieków metodą mikroelektrolizy złoża węglowo-żelazowego o kształcie cylindrycznym zakończonym stożkiem u dołu. Wewnątrz cylindra znajduje się rura perforowana rozprowadzająca ścieki i powietrze w wypełnieniu złoża.

Według wynalazku koagulator do oczyszczania ścieków charakteryzuje się tym, że w zbiorniku zewnętrznym umieszczony jest zbiornik środkowy, a w nim zbiornik wewnętrzny reakcyjny z wypełnieniem złoża mikroelektrolitycznego na dnie i otworami na górze tego zbiornika. Zbiornik zewnętrzny połączony jest ze zbiornikiem wewnętrznym poprzez pompę i aerator przewodem hydraulicznym, którego wylot korzystnie zakończony dyszą, znajduje się przy dnie zbiornika wewnętrznego. Wypełnieniem złoża mikroelektrolitycznego są cząstki ze stali niestopowej, najkorzystniej w postaci opiłków lub wiórów lub cząstki ze stali niestopowej z domieszką węgla lub miedzi.

Urządzenie według wynalazku charakteryzuje się zwartą konstrukcją oraz potencjalnie wysoką efektywnością oczyszczania ścieków pod względem redukcji ładunku ChZT, fosforu i zawiesin. O efektywności procesu oczyszczania za pomocą koagulatora decydują korzystne parametry technologiczne jak: krótki czas zatrzymania w porównaniu z reaktorami biologicznymi, wysoka wydajność oczyszczania przy niskim zapotrzebowaniu na energię i małej objętości zbiorników. Konstrukcja koagulatora umożliwia koagulację i flokulację w zbiorniku wewnętrznym – reakcyjnym dzięki złożu mikroelektrolitycznemu. Samoczynnie zachodzące procesy elektrolizy dostarczają jonów żelaza i eliminują konieczność stosowania dodatkowych zbiorników dla koagulantów oraz urządzeń dozujących. Konstrukcja umożliwia również łatwą eksploatację, wymianę zbiornika reakcyjnego lub uzupełnianie wypełnienia złoża. Podwójny układ zbiorników służy natomiast do flokulacji i separacji osadu pokoagulacyjnego. Zastosowanie mechanicznego systemu natleniania w postaci aeratora intensyfikuje proces mikroelektrolizy w złożu stalowym oraz umożliwia przebieg procesów częściowego utleniania. Urządzenie zostało zaprojektowane głównie do oczyszczania ścieków bytowo-gospodarczych oraz jako element podczyszczalni ścieków charakteryzujących się wysokim ładunkiem ChZT, fosforanów, dużą zawartością zawiesin i cząstek koloidalnych (ścieki mleczarskie, z ubojni i masarni, barwnikarskie itp.).

Przedmiot wynalazku został uwidoczniony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia urządzenie w schemacie ogólnym.

Koagulator do oczyszczania ścieków składa się ze zbiornika zewnętrznego **1**, w którym umieszczony jest zbiornik środkowy **2**, a w nim zbiornik wewnętrzny reakcyjny **3** z wypełnieniem **4** złoża mikroelektrolitycznego umieszczonym na dnie zbiornika i otworami **5** na górze zbiornika. Zbiornik wewnętrzny **1** połączony jest ze zbiornikiem wewnętrznym – reakcyjnym **3** poprzez zawór trójdrożny **6**, pompę **7** i aerator **8**, przewodem hydraulicznym **9** zakończonym dyszą **10**. Zbiornik zewnętrzny **1** wyposażony jest w dolnej części w zawór spustowy **11**.

Ścieki bytowo-gospodarcze, w ilości 75 dm^3 , zatłaczane pompą **7** ze zbiornika zewnętrznego **1** z prędkością $5 \text{ dm}^3/\text{min}$ przez zawór trójdrożny **6** są natleniane za pomocą aeratora **8** z wydajnością napowietrzania $5 \text{ dm}^3/\text{min}$ i następnie przewodem hydraulicznym **9** wypływają dyszą **10** pod ciśnieniem, przy dnie zbiornika wewnętrznego – reakcyjnego **3** o objętości 5 dm^3 , w którym znajduje się wypełnienie złoża mikroelektrolitycznego **4** w postaci odpadowych wiórów stalowych ze skrawania, o masie 3 kg. Po kontakcie z wypełnieniem złoża ścieki wraz z produktami hydrolizy żelaza i wytrąconymi i zaadsorbowanymi cząstkami zanieczyszczeń wypływają przez otwory **5** w górnej części zbiornika wewnętrznego do zbiornika środkowego **2** o objętości 75 dm^3 . Tu następuje dalszy etap wzrostu kłaczków, separacja

zawiesin łatwoopadających i sedymentacja. Ścieki przepływają w górę zbiornika środkowego, a wytrącone cząstki sedymentują na dno, skąd nagromadzony osad może zostać hydraulicznie usunięty. Ścieki wypływają górnym brzegiem cylindrycznego zbiornika środkowego **2** i spływają po zewnętrznej ścianie w dół do zbiornika zewnętrznego **1**. Po 2 godzinach cyrkulacji ścieki odpływają przez zawór spustowy **11**, a kolejna porcja ścieków oczyszczonych w osadniku wstępnym o parametrach podanych w tabeli 1 w ilości 75 dm³ jest zatłaczana pompą **7** przez zawór trójdrożny **6**.

T a b e l a 1.
Charakterystyka ścieków dopływających do koagulatora

Parametr	ChZT	BZT ₅	Fosfor ogólny	Azot ogólny	Zawiesiny ogólne	pH	Przewodność
[mg/dm ³]	485	320	10,5	54	130,0	7,9	896 μS/cm

Zastrzeżenia patentowe

1. Koagulator do oczyszczania ścieków składający się ze zbiornika z wypełnieniem **znamienny tym**, że w zbiorniku zewnętrznym (**1**) umieszczony jest zbiornik środkowy (**2**), a w nim zbiornik wewnętrzny reakcyjny (**3**) z wypełnieniem złoża mikroelektrolitycznego (**4**) na dnie i otworami (**5**) na górze zbiornika, przy czym zbiornik zewnętrzny (**1**) połączony jest ze zbiornikiem wewnętrznym (**3**) poprzez pompę (**7**) i aerator (**8**) przewodem hydraulicznym (**9**), którego wylot korzystnie zakończony dyszą, znajduje się przy dnie zbiornika wewnętrznego (**3**).
2. Koagulator według zastrzeżenia 1 **znamienny tym**, że wypełnieniem złoża mikroelektrolitycznego (**4**) są cząstki ze stali niestopowej, najkorzystniej w postaci opiłków lub wiórów, lub cząstki ze stali niestopowej z domieszką węgla lub miedzi.

