



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 10.09.77 (P. 200767)

Pierwszeństwo: 10.09.76 Republika Federalna
Niemiec

Zgłoszenie ogłoszono: 22.05.78

Opis patentowy opublikowano: 20.02.1984

Int. Cl³

C02F 3/12

Twórca wynalazku _____

Uprawniony z patentu: Machinefabriek W. Hubert & Co.B.V., Sneek
(Holandia)

Sposób oczyszczania ścieków

1

Wynalazek dotyczy sposobu oczyszczania ścieków, składającego się z procesu napowietrzania ścieków powietrzem otoczenia w pierwszym stopniu uaktywniania przy obciążeniu objętościowym około 10 kg BSB₅ (BSB₅ — masa biologicznego zapotrzebowania tlenu na pięć dni) na metr sześcienny i dzień, pośredniego klarowania ścieków z pierwszego stopnia uaktywniania, napowietrzania powietrzem otoczenia wyklarowanych ścieków w drugim mniej obciążonym stopniu uaktywniania, odprowadzania osadu podczas pośredniego klarowania — do pierwszego stopnia uaktywniania, usuwania z obiegu ścieków innej części odprowadzanego osadu podczas pośredniego klarowania, odprowadzenia osadu przy wtórnym klarowaniu ścieków, oraz z zawracania części odprowadzonego osadu przy wtórnym klarowaniu — do drugiego stopnia uaktywniania.

Sposób tego rodzaju, znany z publikacji dr. Lindner'a pt: „Das zweistufige Belebungsverfahren in der Abwasserreinigung” Kempen 1957, Thomas-Verlag, rysunek 13 i 20 oraz tabela 2 jest klasycznym dwustopniowym sposobem oczyszczania ścieków.

Oznacza to, że w pierwszym stopniu uaktywniania występuje tak zwane oddychanie substratu, w którym mikroorganizmy na skutek utleniania organicznych związków zużywają tlen, przez co biologiczne procesy rozkładu wysuwają się na pierwszy plan. Do tego wymagane jest stosunkowo

2

małe obciążenie osadu i stosunkowo stary osad. Wprawdzie z pośredniego oczyszczania zostaje odprowadzany nadmiarowy osad, jednakże tylko do tego celu zachowuje się określoną koncentrację osadu w pierwszym stopniu uaktywniania.

Dokładnego oddzielania biocenozy z obu stopni uaktywniania nie stosuje się, ponieważ obecność mikroorganizmów zawracanych z pierwszego stopnia do drugiego stopnia uaktywniania ułatwia biologiczny proces rozkładu w drugim stopniu uaktywniania dlatego także nadmiarowy osad drugiego stopnia uaktywniania zawraca się. Drugi stopień uaktywniania prowadzi się ze szczególnie niskim obciążeniem osadu. Opisanym sposobem osiąga się w danym przypadku biologiczny rozkład prawie wszystkich zanieczyszczeń.

Wada tego znanego sposobu polega na tym, że nakład energii i zapotrzebowanie tlenu są stosunkowo wysokie, ponieważ także zostają rozkładane dające się ciężko rozkładać wysokomolekularne związki.

Znany jest ponadto dwustopniowy sposób uaktywniania osadu z opisu patentowego RFN (DOS) nr 2 321 722, w którym to sposobie oba stopnie uaktywniania przeprowadza się przez napowietrzanie powietrzem zawierającym objętościowo przynajmniej 50% i w którym zapewnione jest oddzielenie biocenozy dwóch stopni uaktywniania oraz usuwanie nadmiarowego osadu z drugiego stopnia uaktywniania prowadzonego z obciążeniem osadu w zakre-

się 0,15 kg BSB₅ na kilogram suchej substancji i dzień bez jego natychmiastowego zawracania z obiegu.

Odnosząc całkowitego oddzielania biocenozy chodzi tu tylko o pewien wariant sposobu, który to wariant sposobu jest przeciwstawiony wariantowi sposobu bez całkowitego oddzielania biocenozy i który to wariant sposobu w żadnym przypadku nie porusza problemu nakładu energii, ponieważ tutaj wszystkie zanieczyszczenia zostają biologicznie zredukowane.

Zadaniem wynalazku jest opracowanie sposobu oczyszczania ścieków pozbawionego wymienionych wad i niedogodności oraz zużywającego mniej energii.

Zadanie to zrealizowano w ten sposób, że pierwszy stopień uaktywniania prowadzi się przy obciążeniu osadu co najmniej 2 kg BSB₅ na kilogram suchej substancji i dzień, usuwanie innej części odprowadzanego osadu podczas pośredniego klarowania się w takiej ilości aby osad w pierwszym stopniu uaktywniania doprowadzić do oddychania substratu, traktowanie ścieków w drugim stopniu uaktywniania przeprowadza się przy obciążeniu osadu 0,15 BSB₅ na kilogram suchej substancji i dzień, przy czym przeprowadza się dokładne, oddzielanie biocenozy pierwszego i drugiego stopnia uaktywniania i natychmiast usuwa się z obiegu układu inną część osadu odprowadzonego przy wtórnym klarowaniu.

Podczas procesu pośredniego klarowania, w którym substrat jest doprowadzony do oddychania, zostają utworzone enzymy potrzebne do rozkładu substratu.

Aby osad pierwszego stopnia uaktywniania w tym stanie utrzymać, potrzebne jest trochę starego osadu i odpowiednio sterowanego odpływu nadmiarowego osadu z pośredniego oczyszczania. W połączeniu z wymienionym obciążeniem przestrzeni i stosunkowo wysokim obciążeniem osadu w pierwszym stopniu uaktywniania osiąga się przez to, że zachodzi tam w pierwszym rzędzie głównie adsorpcja lub flokulacja (koagulacja) wysokomolekularnych związków i te związki zostają odprowadzane z nadmiarowym osadem do pośredniego oczyszczania.

Dla rozkładu tych związków zostaje zatem zaoszczędzona potrzebna energia. W drugim stopniu procesu uaktywniania mogą szczególnie łatwo i szybko zostać rozłożone niemolekularne i dające się łatwo rozłożyć związki, kiedy będzie się prowadzić proces z obciążeniem osadu 0,15 kg BSB₅ na kilogram suchej substancji i dzień. W obu stopniach ulepszania stosuje się całkiem różne działające mechanizmy.

Wszystko przebiega pomyślnie, jednakże tylko wtedy, kiedy dla dokładnego oddzielania biocenozy stosuje się oba stopnie uaktywniania.

Osiąga się to w ten sposób, że z jednej strony osad nie przedostaje się do pośredniego oczyszczania na przykład przez odpowiednie środki konstrukcyjne i/albo przez odpowiednie czasy osiadania osadu a ścieki dostają się tylko do drugiego stopnia uaktywniania, natomiast osad z drugiego stopnia uaktywniania nie zostaje zawracany do pierwszego stopnia uaktywniania.

Zaletą sposobu według wynalazku polega na tym, że nie wymaga on tak dużo energii co znane sposoby.

Zgodnie z wynalazkiem korzystne jest, kiedy ścieki w pierwszym stopniu uaktywniania są napowietrzane grubymi a w drugim stopniu drobnymi pęcherzykami powietrza lub gazu zawierającego tlen. Z następnego oczyszczania można zrezygnować, jednakże przy znajdowaniu się włókien w ściekach lub tym podobnych zaleca się uprzednie zgrubne odmulanie ścieków, które nie jest kosztowne. Następnie jest możliwe, po dodatkowym oczyszczaniu przeprowadzić jeszcze ich filtrację, przez co można odpowiednio zmniejszyć nakłady na dodatkowym oczyszczaniu.

Sposób według wynalazku wyjaśniony jest przy pomocy rysunku, który przedstawia układ urządzeń do przeprowadzania tego sposobu.

Ścieki za pomocą pompy 2 zostają doprowadzone do zgrubnego odстойnika 3 przez dopływ 1, przewód 11. Po oddzieleniu szkodliwych materiałów, jak włókien zostają one przewodem 12 doprowadzane do pierwszego zbiornika napowietrzającego lub pierwszego stopnia uaktywniania 4, który prowadzony jest jako wysokoobciążony stopień. Napowietrzane medium przepływa wtedy przewodem 13 do urządzenia 5 do pośredniego oczyszczania. Oczyszczona faza przewodem 14 zostaje doprowadzona do drugiego zbiornika napowietrzającego lub urządzenia 6 do drugiego słabo obciążonego stopnia uaktywniania.

Z urządzenia 5 do pośredniego oczyszczania przy pomocy pompy 23 osad zostaje odprowadzony przewodem 22 do przewodów 24 i 25. Przewód 24 służy do tego, ażeby zwrotny osad zawrócić do układu pierwszego stopnia, podczas gdy przewód 25 ma za zadanie zwrotny osad odprowadzić z układu, na przykład przez zagęszczacz, do przestrzeni nadmiarowej. Tak samo postępuje się z grubym osadem, który jest odprowadzany przewodem 27 z odстойnika 3 grubego osadu.

Po zakończeniu biologicznego rozkładu zanieczyszczeń w urządzeniu 6 wodna faza kierowana jest przewodem 15 do dodatkowego oczyszczania 7, natomiast osad odprowadzony zostaje za pomocą pompy 19 przewodem 18. Osad ten jako zwrotny osad można przewodem 20 zawrócić do układu drugiego stopnia uaktywniania, albo osad ten można przewodem 20 odprowadzić z układu jako osad nadmiarowy. Oczyszczona wodna faza przy pomocy pompy 8 doprowadzana zostaje przewodem 16 i 26 do szybkiego filtra 9, z którego czysta woda przewodem 10 zostaje doprowadzona do nieprzedstawionego na rysunku kolektora. Z szybkiego filtra 9 zwrotną wodę przewodami 28 i 17 można spowrotem wprowadzić w układ drugiego stopnia.

W opisanym układzie przy pomocy pompy 2 zostają przewodem 1 doprowadzone do zgrubnego odстойnika 3 ścieki, w ilości 1.250 m³/godzinę, zawierające przeciętnie 300 mg/l dającego się usunąć materiału stanowiącego zawiesinę, 150 mg/l nie dającej się usunąć zawiesiny, 240 mg/l organicznego węgla i 40 mg/l azotu amoniakalnego. Opady

gruby osad w odстойniku 3 zostaje odprowadzony przewodem 27.

Następnie ścieki zostają doprowadzone przewodem 12 do wysokoobciążonego stopnia napowietrzania 4, który jest prowadzony z obciążeniem przestrzennym 10 kg BSB₅ na metr sześcienny i dzień jak również obciążeniem osadu 5 kg BSB₅ na kilogram suchej substancji i dzień. Przy tym zapotrzebowanie tlenu wynosi 1,5 kg O₂ na metr sześcienny i dzień. Po czasie przebywania średnio 30 minut ścieki zostają doprowadzone przewodem 13 do pośredniego oczyszczalnika 5. Czas przebywania ścieków w pośrednim oczyszczalniku 5 wynosi średnio 50 minut. Osad opadły w oczyszczalniku 5 zostaje odprowadzony przewodem 22 przy pomocy pompy 23, z czego 25% (zależnie od pogody) jako zwrotny osad zostaje zawrócone przewodem 24 do wysokoobciążonego stopnia napowietrzania 4, a reszta jako osad nadmiarowy zostaje przewodem 25 odprowadzone z układu tak, że osad jest utrzymywany w pierwszym stopniu w którym zachodzi oddychanie substratu.

Faza uwolniona z biocenozy pierwszego stopnia zostaje przewodem 14 doprowadzona do słabo obciążonego stopnia napowietrzania 6, który prowadzi się przy obciążeniu przestrzennym 0,5 kg BSB₅ na metr sześcienny i dzień jak również obciążeniu 0,15 kg BSB₅ na kilogram suchej substancji i dzień. Przy tym zapotrzebowanie tlenu wynosi 0,79 kg O₂ na metr sześcienny i dzień. Ścieki po czasie przebywania średnio 120 minut zostają przewodem 15 doprowadzone do dodatkowego oczyszczalnika 7. Czas przebywania ścieków w dodatkowym oczyszczalniku 7 wynosi średnio 240 minut.

Osad opadły w oczyszczalniku 7 zostaje odprowadzony przewodem 18 przy pomocy pompy 19, z czego 70% (zależnie od pogody) zostaje przewodem 20 doprowadzony do słabo obciążonego stopnia napowietrzania a reszta jako osad nadmiarowy zostaje przewodem 21 odprowadzony. Czysta faza przy pomocy pompy 18 doprowadzona zostaje przewodami 16 i 26 do filtra 9. Oczyszczone ścieki o stopniu oczyszczenia 98% zostają przewodem 10 odprowadzone w ilości 1.250 m³. Całkowite zapotrzebowanie energii do biologicznego układu w tym przypadku wynosi 32 wat na mieszkańca.

Przykład: Aby wykazać zaoszczędzenie energii osiągnięte za pomocą sposobu według wynalazku porównane zostaje zapotrzebowanie tlenu sposobu według wynalazku w stosunku do zapotrzebowania tlenu w znanym sposobie. Do tego może służyć następujący wzór (patrz publikacja „Abwassertechnische Vereinigung e.V., Lehr- und Handbuch der Abwassertechnik, tom II, Berlin—Mönchheim 1969, Wilhelm Ernst & Sohn, str. 389)

$$OV_R = 0,5\eta \cdot B_R + 0,1 \cdot TS_R$$

poszczególne wielkości mają następujące znaczenie:

OV_R — zapotrzebowanie tlenu w gramach tlenu na metr sześcienny i dzień,

η — wskaźnik oczyszczania lub udział rozłożonej substancji,

B_R — organiczne obciążenie przestrzeni na metr sześcienny i dzień,

TS_R — zawartość suchej substancji na metr sześcienny.

Przy uwzględnieniu oddychania substratu i podłoża jak również zapotrzebowania tlenu do nityfikacji i denityfikacji otrzymuje się następujące zestawienie:

	Stabilizowany	Nitryfikacja	Reszta BSB ₅ 20 mg/l	Reszta BSB ₅ 30 mg/l
BTS obciążenie osadu w kg BSB ₅ na kg suchej substancji i dzień	0,05	0,15	0,30	0,60
Oddychanie podłoża i substratu OV_R	0,42	0,56	0,78	1,18
Nitryfikacja i denityfikacja	0,05	0,23	0,34	0,26
$OV'_R = OV_R + \text{nitryfikacja i denityfikacja}$	0,47	0,79	1,12	1,44
Zwiększenie oddychania podłoża i substratu przez nitryfikację i denityfikację m	112%	141%	144%	122%

Zapotrzebowanie energii K wynosi z zapotrzebowaniem tlenu OV_R zgodnie z następującym równaniem w funkcji związku:

$$K = \frac{m \cdot OV_R}{k}$$

k — jest zapotrzebowaniem tlenu na każdą kWh, które przy napowietrzaniu grubo pęcherzykowatym powietrzem lub gazem zawierającym tlen wynosi 1800 g O₂.

Faktyczne zapotrzebowanie całkowitej energii wynosi: $KG = K_N + K_B$ (patrz publikacja: „Abwassertechnische Vereinigung e.V., Lehr- und Handbuch der Abwassertechnik, tom II, Berlin—Mönchheim 1969, Wilhelm Ernst & Sohn, str. 454—455 i 482).

K_N — zapotrzebowanie energii dla dodatkowych agregatów

K_B — zapotrzebowanie energii dla napowietrzania.

W tym wymienia się zapotrzebowanie energii na jednego mieszkańca w kilowatogodzinach.

Zapotrzebowanie energii w związku z wartością

	0,05	0,15	0,30	0,60	1,0 kg BSB ₅ na kg suchej substancji i dzień
BTB obciążenie osadu					
TS sucha substancja	5	3,3	3,3	3,3	3,3 kg/m ³
K zapotrze- bowanie energii	21	15	11	9	8 KWh na mie- szkańca i dzień

OV_R bierze się z następującego wzoru:

$$K_G = K_N + 0,1014 \cdot m \cdot \eta \cdot a + 0,0203 \cdot m \cdot \beta \cdot \frac{a}{B_{TS}}$$

przy czym następujące symbole oznaczają:

K_N — zapotrzebowanie energii dla dodatkowych agregatów

m — nadwyżka zapotrzebowania dla nitrifikacji i denitrifikacji,

η — udział biologicznego stopnia oczyszczania,

β — udział organicznych substancji

a — specyficzne organiczne rozkładające się obciążenia w BSB₅ na mieszkańca i dzień

B_{TS} — obciążenie osadu.

Czynniki na przykład dla różnych sposobów uaktywniania wynikają z następującego zestawienia:

B _{TS}	0,05	0,15	0,30	0,60	1,00 kg BSB ₅ na kilogram suchej sub- stancji i dzień
m	1,12	1,41	1,44	1,22	1,10
η	96	94	91	86	81%
a	57	48	45	42	42 g na mieszkańca i dzień
β	0,50	0,60	0,60	0,70	0,70
BSB ₅	10	15	20	30	40 mg/l

Z obliczeń dla dwustopniowego sposobu uaktywniania osadu ogólnego z wynalazkiem (bez filtra) zużytkuje się:

K_N = 3,00 kilowatogodzin na mieszkańca i dzień

K_H = (1,10 + 0,09) = 1,19 kilowatogodzin na mieszkańca i dzień

K_S = (2,27 + 2,16) = 4,43 kilowatogodzin na mieszkańca i dzień

K_N oznacza zapotrzebowanie energii dla dodatkowych agregatów

K_H oznacza zapotrzebowanie energii zgodnie z wynalazkiem do zrealizowania pierwszego stopnia uaktywniania,

K_S oznacza zapotrzebowanie energii zgodnie z wynalazkiem do zrealizowania słabo obciążonego stopnia.

Dla obu stopni uaktywniania całkowite zapotrzebowanie energii KG = K_N + K_H + K_S wynosi 8,6 kWh na mieszkańca i rok.

Wychodząc z tego, że zarówno jednostopniowy porównawczy sposób z B_{TS} = 0,15 jak również sposób według wynalazku w końcowym stopniu działa z wartością B_{TS} = 0,15 zatem osiąga się zaoszczędzenie energii.

Δ E = (15,0 - 8,6) = 6,4 kWh na mieszkańca i rok (bez filtra).

W konwencjonalnym sposobie prowadzi się to ostatecznie z wartością B_{TS} 0,15 i osiąga się średnią końcową wartość BSB₅ wynoszącą średnio 15 mg/l. Podobny wynik otrzymuje się według sposobu zgodnego z wynalazkiem. W sposobie według wynalazku zostaje jeszcze dołączona filtracja tak, że obniża się wartość BSB₅ na 8 do 10 mg/l.

Stąd dla końcowych wielkości 300 000 E i EG (liczba mieszkańców albo średniej wielkości mieszkańca) wynikają wartości widoczne z następującego zestawienia:

Sposób	Faktyczne zapotrzebo- wanie prze- strzeni ideowe zapotrzebo- wanie prze- strzeni *)	Czas pobytu t w godzi- nach
Konwencjonalny B _{TS} = 0,15	77.000 m ³ 80.000 m ³	14
Zgodny z wynalazkiem bez filtracji	60.300 m ³ 68.300 m ³	9,1
Zgodny z wynalazkiem z filtracją	56.000 m ³ 74.500 m ³	7,6 + filtr

*) Ideowe zapotrzebowanie przestrzeni zostaje ustalone, gdy objętość użyteczna każdej jednostki działającej jest w tej samej cenie 300—DM/m³. Ideowa objętość przedstawia więc równocześnie obliczone porównanie kosztów jednostki głównej urządzenia oczyszczającego.

Zastrzeżenie patentowe

Sposób oczyszczania ścieków, składający się z procesu napowietrzania ścieków powietrzem otoczenia w pierwszym stopniu uaktywniania przy obciążeniu objętościowym około 10 kg BSB₅ (BSB₅ — masa biologicznego zapotrzebowania tlenu na pięć dni) na metr sześcienny i dzień, pośredniego klarowania ścieków z pierwszego stopnia uaktywniania, napowietrzania powietrzem otoczenia wyklarowanych ścieków w drugim mniej obciążonym stopniu uaktywniania, wtórnego klarowania ścieków z drugiego stopnia uaktywniania, odprowadzania osadu podczas pośredniego klarowania ścieków, zawracania części odprowadzonego osadu podczas pośredniego klarowania — do pierwszego stopnia uaktywniania, usuwania z obiegu ścieków innej części odprowadzanego osadu podczas pośredniego klaro-

wania, odprowadzania osadu przy wtórnym klarowaniu ścieków, oraz z zawracania części odprowadzonego osadu przy wtórnym klarowaniu — do drugiego stopnia uaktywniania, **znamienny tym**, że pierwszy stopień uaktywniania prowadzi się przy obciążeniu osadu co najmniej 2 kg BSB₅ na kilogram suchej substancji i dzień, usuwanie części odprowadzanego osadu podczas pośredniego klarowania przeprowadza się w takiej ilości, aby osad

w pierwszym stopniu uaktywniania doprowadzić do oddychania substratu, traktowanie ścieków w drugim stopniu uaktywniania przeprowadza się przy obciążeniu osadu 0,15 kg BSB₅ na kilogram suchej substancji i dzień, przy czym przeprowadza się dokładne oddzielanie biocenozy pierwszego i drugiego stopnia uaktywniania i natychmiast usuwa się z układu obiegowego inną część osadu odprowadzonego przy wtórnym klarowaniu.

