

Sposób wytwarzania tlenowego granulowanego osadu czynnego

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania tlenowego granulowanego osadu czynnego.

Dotychczasowy stan techniki

Zgodnie z definicją ustanowioną przez International Water
5 Association tlenowy osad granulowany to agregaty o charakterze
mikrobiologicznym, nie ulegające koagulacji pod wpływem działania sił
ścinających i odznaczające się mniejszym czasem sedymentacji w
porównaniu do osadu kłaczkowego.

Jedną z hipotez dotyczącą formowania tlenowego osadu granulowanego
10 zakłada selekcję rozmiaru kłaczków osadu czynnego, z którego
formowane są granule. W praktyce podejście to prowadzi do
stopniowego wymywania biomasy z reaktora sekwencyjnego,
pozostawiając w jego wnętrzu wyłącznie największe i najgęstsze kłaczki
osadu, które stanowią podstawę do dalszego tworzenia się granul.
15 Stopniowe wymywanie osadu czynnego ma na celu pozostawienie
wewnątrz reaktora wyłącznie tej części osadu czynnego, która będzie
najszybciej ulegała sedymentacji. Dzięki takiemu podejściu zwiększa się
znaczenie hydrodynamicznych sił ścinających w formowaniu tlenowych
granul osadu czynnego. W wyniku oddziaływania tej siły zwiększana jest
20 produkcja EPS (z j. ang. *Extracellular Polimeric Substance*), będącego

czynnikami zabezpieczającym mikroorganizmy przed siłami środowiskowymi. Omówiony sposób granulacji biomasy osadu czynnego z powodzeniem przeprowadzili Beun i inni [Beun J. J., van Loosdrecht M. C. M., Heijnen J. J., (2002): Aerobic granulation in a sequencing batch airlift reactor, *Water Research*, nr 36, s. 702-711] oraz Liu i inni [Liu Y., Wang Z. W., Qin L., Liu Y. Q., Tay J. H., (2005): Selection pressure-driven aerobic granulation in a sequencing batch reactor, *Applied Microbiology and Biotechnology*, nr 67, s. 26-32].

W literaturze tematu brak jest jednak szczegółowego opisu procesu formowania tlenowych granul osadu czynnego, które można przenieść do obiektów pracujących w warunkach rzeczywistych. Stąd też przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania tlenowego osadu granulowanego w reaktorze porcjowym typu SBR (sekwencyjny reaktor biologiczny).

Istotą wynalazku jest sposób wytwarzania tlenowego granulowanego osadu czynnego w reaktorach porcjowych typu SBR poprzez modyfikację cyklu pracy reaktora porcjowego SBR służącego do wytwarzania granulowanego tlenowego osadu czynnego. Proponowane rozwiązanie dzieli dwunasto-godzinny cykl pracy reaktora porcjowego na sześć następujących po sobie faz jednostkowych:

1. Faza napełniania reaktora o czasie trwania 30 minut.
2. Faza mieszania o czasie trwania 90 minut.
3. Faza napowietrzania o czasie trwania 540 minut.
4. Faza sedymentacji o zmiennym czasie trwania 10 – 30 minut.
5. Faza dekantacji o czasie trwania 30 minut.
6. Faza przestoju reaktora o zmiennym czasie 0 – 20 minut.

W fazie napełniania do reaktora SBR doprowadzane są ścieki surowe. W fazie mieszania pracuje mieszadło o prędkości obrotowej równej 70 obrotów/minutę zapewniające warunki wolnego mieszania oraz

pełne wymieszanie ścieków z osadem czynnym. W fazie napowietrzania
50 utrzymywana jest wydajność aeratora na poziomie $550 \text{ dm}^3/\text{h}$. Strumień
powietrza doprowadzany jest do dyfuzora drobnopęcherzykowego. W
fazie napowietrzania mieszadło włączane jest co 20 minut na 10 minut,
aby zapewnić pełne wymieszanie ścieków z osadem czynnym. W fazie
sedymantacji następuje grawitacyjne opadanie cząstek osadu czynnego.
55 Przyjmując za wyjściową długość fazy sedymantacji równą 30 minut,
skracanie czasu jej trwania uzyskuje się poprzez celowe wcześniejsze
opróżnienie reaktora. W efekcie powoduje to wymywanie biomasy.
Skracanie czasu trwania fazy sedymantacji powinno następować w
czterech następujących po sobie krokach:

- 60
1. 30 minut jako czas wyjściowy,
 2. 25 minut,
 3. 20 minut,
 4. 10 minut.

W pierwszym kroku z reaktora wymywana jest biomasa, która opada
65 w reaktorze dłużej niż 30 minut w kroku drugim biomasa opadająca
dłużej niż 25 minut, w trzecim biomasa opadająca dłużej niż 20 minut,
natomiast w czwartym opadająca dłużej niż 10 minut. Skracanie czasu
sedymantacji uzależnione jest od przyrostu masy osadu czynnego w
reaktorze. Fazę sedymantacji należy skracać wówczas, gdy obserwowany
70 jest przyrost masy osadu czynnego w reaktorze w 6 następujących po
sobie cyklach (3 dniach). W fazie dekantacji następuje opróżnienie
reaktora SBR ze ścieków pozostałych w nim po procesie oczyszczania.
Czas trwania fazy przestoju uzależniony jest od czasu sedymantacji. Wraz
ze skracaniem czasu sedymantacji wydłuża się fazę przestoju reaktora
75 SBR, aby dopełnić pojedynczy cykl pracy do 12 godzin. Stopniowe
wymywanie biomasy w reaktorze gwarantuje zatrzymanie jedynie cząstek

osadu czynnego, które opadają najszybciej. Proces wymywania osadu czynnego prowadzony jest od 1 do 4 kroku sedimentacji. W późniejszym etapie kroku 4 następuje przyrost biomasy osadu, która opada w czasie 80 nie większym niż 10 minut oraz cykliczne odprowadzenie osadu, który opada dłużej. Opisany sposób wymywania biomasy z reaktora SBR pozwala na zachowanie prawidłowego funkcjonowania procesu biologicznego oczyszczania ścieków.

Celem zastosowania wynalazku jest optymalizacja obecnie 85 stosowanych reaktorów SBR pod kątem usuwania zanieczyszczeń. Z uwagi na charakterystykę i strukturę mineralno-organiczną tlenowych granul osadu czynnego, ten rodzaj osadu czynnego można otrzymać jedynie w reaktorach SBR.

Zalety proponowanego rozwiązania:

- 90
- Proces granulacji kłaczkowatego osadu czynnego prowadzony poprzez stopniowe skracanie czasu sedimentacji umożliwia prawidłowe prowadzenie procesu oczyszczania ścieków.

Zalety tlenowego granulowanego osadu czynnego:

- 95
- Tlenowy granulowany osad czynny wykazuje większą odporność na zmianę ładunku zanieczyszczeń dopływających do reaktora SBR.
 - Tlenowy granulowany osad czynny wykazuje lepsze właściwości sedimentacyjne w porównaniu z osadem kłaczkowatym. Pozwala to na uzyskanie krótszego czasu sedimentacji oraz dokładniejszego usunięcia ze ścieków oczyszczonych zawiesin ogólnych.
- 100
- Tlenowy granulowany osad czynny charakteryzuje się wolniejszym przyrostem objętościowy biomasy, co w dłuższej perspektywie przynosi korzyść w mniejszej ilości odprowadzanego osadu nadmiernego.

PRZYKŁAD WYKONANIA

105 Tlenowy granulowany osad czynny wytwarzano w modelowych reaktorach SBR w warunkach laboratoryjnych. Jako podstawę do wytworzenia tlenowych granul wykorzystano klasyczny osad kłaczkowaty z rzeczywistej oczyszczalni ścieków. Modelowe reaktory SBR pracowały w 12-sto godzinnym cyklu. W ciągu jednego dnia
110 przeprowadzano dwa cykle pracy reaktora. Współczynnik wymiany objętościowej wynosił 0,66 w pojedynczym cyklu, prędkość obrotowa mieszadła równa była 70 obrotów/minutę, wydajność pompki powietrza wynosiła 550 dm³/h, natomiast stosunek wewnętrznej średnicy reaktora do wysokości lustra ścieków mierzonej od dna reaktora wynosił 2,5.

115 Mikroorganizmy, obecne w strukturze osadu czynnego, przystosowano do warunków laboratoryjnych przez okres 30 dni. Następnie reaktory zasilano ściekami modelowymi sporządzonymi na podstawie normy PN-72/C-04550.90. W skład ścieków modelowych w prowadzonym eksperymencie wchodziły: bulion suchy odżywczy- 0,304
120 g/dm³, pepton kazeinowy- 0,452 g/dm³, chlorek amonu (NH₄Cl)- 0,040 g/dm³, chlorek sodu (NaCl)- 0,014 g/dm³, chlorek wapnia (CaCl₂·6H₂O)- 0,015 g/dm³, siarczan magnezu (MgSO₄·7H₂O)- 0,004 g/dm³, fosforan potasu I zasadowy (KH₂PO₄)- 0,032 g/dm³ oraz fosforan potasu II zasadowy (K₂HPO₄)- 0,120 g/dm³. Pełen cykl pracy reaktora SBR
125 wynosił 12 godzin (2 cykle pracy w ciągu doby) i uwzględniał następujące po sobie fazy jednostkowe:

1. Faza napełniania trwająca 30 minut w czasie, której do reaktora dopływają ścieki surowe.
2. Faza mieszania trwająca 90 minut w czasie, której zachodzą
130 procesy beztlenowego oczyszczania ścieków.
3. Faza napowietrzania trwająca 540 minut w czasie, której zachodzą

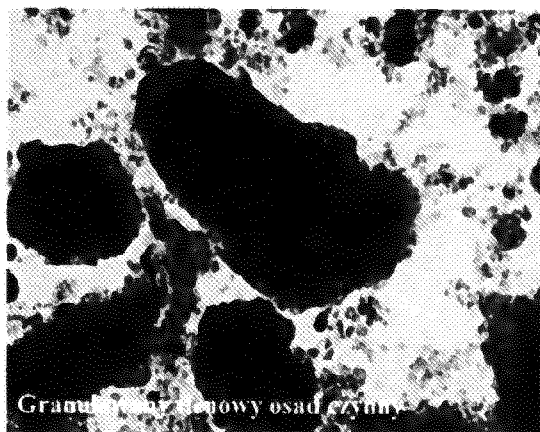
procesy tlenowego oczyszczania ścieków.

- 135 4. Faza sedymentacji trwająca od 10 do 30 minut w czasie, której biomasa osadu czynnego grawitacyjnie opada na dno reaktora SBR, którą podzielono na 4 kroki:
- a. krok 1 - czas trwania sedymentacji równy 30 minut,
 - b. krok 2 - czas trwania sedymentacji równy 25 minut,
 - c. krok 3 - czas trwania sedymentacji równy 20 minut,
 - d. krok 4 - czas trwania sedymentacji równy 10 minut.
- 140 5. Faza dekantacji trwająca 30 minut w czasie, której reaktor SBR jest opróżniany ze ścieków po procesie oczyszczania.
6. Faza przestoju trwająca od 0 do 20 minut, której czas zależny jest od czasu trwania fazy sedymentacji.

W prowadzonych badaniach odstęp pomiędzy krokiem 1 i 2 sedymentacji wynosił 30 cykli pracy reaktora (15 dni). Odstęp czasowy pomiędzy 2 i 3 krokiem sedymentacji wynosił 80 cykli pracy reaktora (40 dni). Odstęp pomiędzy krokiem sedymentacji 3 i 4 równy był 70 cykli pracy reaktora (35 dni). Natomiast po skróceniu czasu sedymentacji do 10 minut przyrost osadu zaobserwowano po 120 cyklach pracy (60 dni).



150 Rysunek 1. Klasyczny osad kłaczkowy wykorzystany do granulacji



Rysunek 2. Granulowany osad czynny uzyskany w wyniku proponowanego cyklu pracy reaktora SBR

Na rysunku 1 przedstawiono zdjęcia mikroskopowe klasycznego osadu kłaczkowego wykorzystanego do wytworzenia osadu 155 granulowanego, natomiast na rysunku 2 przedstawiono strukturę osadu czynnego po procesie granulacji przeprowadzonej zgodnie z zaproponowanym sposobem.

POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA
ul. Wiejska 45 A
15-351 Białystok
Regon 000001672 NIP 542-020-87-21

RZECZNIK PATENTOWY
nr 2424
Pawel Mirniuk
mgr inż. Paweł Mirniuk