

OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW NATURALNYMI ZEOLITAMI W SYSTEMIE SBR

R 14 030 03

Politechnika Koszalińska
Katedra Technologii Wody i Ścieków
Kierownik tematu: prof. dr hab. inż. Anna M. Anielak

Zeolity są to glinokrzemiany o rozbudowanej budowie tunelowej, wykazujące właściwości sorpcyjne, jonowymienne, katalityczne i sita molekularnego. Metoda oczyszczania ścieków opracowana w Katedrze Technologii Wody i Ścieków Politechniki Koszalińskiej polega na dozowaniu zeolitu naturalnego do ścieków oczyszczanych w systemie sekwencyjnego biologicznego reaktora (SBR). Zeolit będący nośnikiem, na którym immobilizowany jest osad czynny dozuje się do ścieków w postaci sypkiej, o granulacji $d > 0,8\text{mm}$, zapewniającej dużą powierzchnię podłoża mikrobiologicznego na którym osad czynny tworzy biofilm. Stężenie w ściekach zeolitu wynosi $> 1\text{g/L}$, a jego dobową dawkę zależy od wieku osadu i odpowiada ilości koagulantu dozowanego do ścieków w konwencjonalnym układzie technologicznym. Ze wzrostem dawki zeolitu efektywność jego działania rośnie, dlatego w szczególnych niekorzystnych dla procesu warunkach okresowo dawka może być zwiększana. Układ i czas trwania cyklu pracy reaktora dobierane są w zależności od charakterystyki fizyczno-chemicznej ścieków oczyszczanych i wymaganej jakości ścieków oczyszczonych. Czynniki jakościowe determinują rodzaj koniecznych przemian związków (mineralizacja substancji organicznych, nityfikacja, denityfikacja i defosfatacja). Badania mikroskopowe wykazały, że mikroorganizmy osadu czynnego rozwijają się w obecności zeolitu bardzo stabilnie, w mniejszym stopniu reagują na niekorzystne zmiany. Mineral z zaadsorbowanymi jonami amonowymi tworzy bardzo dobre podłoże do rozwoju autotroficznych bakterii nityfikacyjnych, proces nityfikacji zachodzi szybciej i efektywniej. Bakterie zooglenalne odpowiadające za spójność osadu czynnego i jego odpowiednią sedymentację wymagają pH 7-7,5. Zeolit adsorbuje kationy, obniża zasadowość i pH do wartości optymalnych dla form zooglenalnych. Osad czynny jest zwarty, zeolit zwiększa jego gęstość, kłaczkosady szybciej sedymentują, maleje indeks objętościowy osadu, stanowi więc „obciążnik” zwiększający gęstość osadu czynnego. Zeolit jest czynnikiem stabilizującym temperaturę i akumulującym ciepło, tworzy więc podłoże zapewniające stałą temperaturę, co wpływa korzystnie na rozwój mikroorganizmów. Pory i tunele minerału tworzą warunki anoksyczne i sprzyjają rozwojowi bakterii beztlenowych. Zeolit adsorbuje produkty biodegradacji, będące źródłem energii dla mikroorganizmów (monosacharydy, kwasy tłuszczowe, aminokwasy, glicerol), które za pomocą enzymów transportowane są do wnętrza komórki.

Badania przeprowadzono na czterech oczyszczalniach ścieków miejskich: Krokowa, Dygowo, Człuchów i Polanów oraz na ściekach przemysłu mleczarskiego Arla Foods w Gościnie. Wyniki badań wykazały, że dobre efekty oczyszczania zależą od sposobu i miejsca dozowania zeolitu. Dlatego został zaprojektowany i wykonany prototyp dozownika taśmowego z automatyczną regulacją wielkości dawki (rys.1,2).

Wyniki badań wykazały dużą skuteczność działania zeolitu w procesie oczyszczania ścieków socjalno-bytowych. Oczyszczanie ścieków mleczarskich z udziałem zeolitów nie

dało dobrych efektów. Złe wyniki były efektem zmiennego składu ścieków, częstymi awariami i brakiem wstępnej neutralizacji ścieków, których pH zmieniało się w szerokim zakresie od 3 do 11. W konsekwencji pomimo dozowania zeolitu nastąpiło zniszczenie mikroflory i fauny osadu czynnego.



Rys.1,2. Dozownik zeolitu

Zeolit dozowany do ścieków socjalno bytowych stabilizował pracę osadu czynnego. Badania przeprowadzone w Polanowie wykazały, że zeolitem można zastąpić przemysłowy koagulant PIX dozowany do ścieków w procesie ich biologicznego oczyszczania. Efektywność procesów była zbieżna. Oczyszczone ścieki odpowiadały wymaganiom określonym w pozwoleniu wodno-prawnym zezwalającym na odprowadzanie do rzeki Grabowej (I klasa czystości) ścieków oczyszczonych spełniających wymagania zgodne z Decyzją wydaną przez Starostwo Powiatowe w Koszalinie (BZT_5 15 mgO_2/L , $ChZT_{chr}$ 125 $mg O_2/L$, zawiesina ogólna 35 mg/L , azot ogólny 15 mgN/L , fosfor ogólny 2 mgP/L , odczyn 6,6-9,0 pH). Zwiększając dozowaną dawkę zeolitu efektywność procesu można odpowiednio zwiększać. Analiza ekonomiczna przeprowadzona dla oczyszczalni w Polanowie wykazała że: przy cenie PIXu 480 zł/t i cenie zeolitu zakupionego bezpośrednio w kopalni 200 zł lub u pośrednika 1100 zł, przy zużyciu przez oczyszczalnię PIXu 36 L x 1,5 = 54 kg/ dobę PIX-u, przy proporcji 54 kg PIX – 20 kg zeolitu równej 2,7:1 koszty oczyszczania wynoszą:

PIXem:

$$54 \text{ kg/d} \times 365 \text{ dni} = 19710 \text{ kg} = 19,710 \text{ t} \times 480 \text{ zł} = 9460 \text{ zł}$$

Zeolitem:

$$7300 \text{ kg zeolitu} = 7,3 \text{ t} \times 22/1100 \text{ zł} = 1460/8030 \text{ zł.}$$

Bilans jest korzystniejszy dla zeolitu, bez względu czy zakup minerału będzie bezpośrednio na kopalni czy u pośrednika w Polsce.

PIX jest koagulantem przemysłowym zawierającym w swoim składzie metale, takie jak mangan 300 mg/kg , ołów 0,5 mg/kg , kadm 0,5 mg/kg , miedź 1 mg/kg , chrom 5 mg/kg , nikiel 25 mg/kg , cynk 20 mg/kg , które nie wpływają negatywnie na proces oczyszczania ścieków, bowiem strącając się w postaci wodorotlenków i współstrącają rozpuszczone zanieczyszczenia. Jednak metale te przedostają się do osadu nadmiernego, z którym są składowane, a następnie wypłukiwane przez wody opadowe. Analiza jakościowa wykazała, że w osadzie czynnym pochodzącym z reaktora do którego był sypany zeolit jest znacznie mniej metali niż w reaktorze do którego był dozowany PIX, np. mniej było chromu o 2 mg/kg , niklu o 3 mg/kg , ołowiu o 6,4 mg/kg , manganu o 36,7 mg/kg , a żelaza o 1939 mg/kg .