

Alina Dereszewska

Akademia Morska w Gdyni

Stanisław Cytawa

Spółka Wodno-Ściekowa w Swarzewie

WPLYW SKŁADU ODCIEKÓW Z FERMENTACJI OSADÓW ŚCIEKOWYCH NA WYDAJNOŚĆ PROCESU STRĄCANIA STRUWITU

Celem badań było opracowanie optymalnych warunków usuwania związków biogenych ze ścieków poprzez strącanie ich w postaci fosforanu amonowo-magnezowego (struwitu). Przeanalizowano wpływ parametrów odcieków pofermentacyjnych (stężenie ortofosforanów i azotu amonowego, pH) na ilość otrzymanego produktu oraz rozmiar kryształów. Z przeprowadzonych badań wynika, że proces strącania struwitu wymaga co najmniej dwukrotnego nadmiaru stężenia molowego azotu amonowego w stosunku do stężenia fosforu. Wydajność strącania struwitu przy stężeniach fosforanów mniejszych niż 500 mg/l wymaga korekty pH do wartości 9,5. Stężenia fosforanów przekraczające 1000 mg/l pozwalają osiągnąć 80-procentową wydajność procesu przy pH = 8 oraz 90-procentową przy pH = 9,5.

Słowa kluczowe: ścieki, usuwanie biogenów, odzysk fosforu, struwit, komponent nawozowy.

WSTĘP

W dobie malejących zasobów surowców naturalnych i wzrastającego zanieczyszczenia środowiska koniecznością staje się stosowanie czystych produkcji wykorzystujących technologie odzysku surowców i energii z odpadów. Jednym z surowców o dużym znaczeniu gospodarczym są związki fosforu. Jego światowe zasoby kopalne, ze względu na bardzo intensywne wydobycie, grożą wyczerpaniem. Z tego powodu poszukuje się nowych źródeł, a jednym z nich są ścieki komunalne i osady powstające po ich oczyszczeniu. Obecność związków fosforu w ściekach przyczynia się do wielu negatywnych zjawisk w środowisku, w tym do eutrofizacji wód. W związku z tym jeden z priorytetów dla oczyszczalni ścieków stanowi usunięcie fosforu ze ścieków.

Proces ten można prowadzić metodą biologicznego oczyszczania – wówczas związki fosforu gromadzą się w komórkach osadu czynnego, a następnie część osadu wraz z zakumulowanym fosforem usuwana jest w postaci osadu nadmiernego. Można również zastosować oczyszczanie chemiczne i wytrącić fosfor odpowiednio dobranymi koagulantami w postaci nierozpuszczalnych związków [3]. W obu tych metodach fosfor uwięziony jest w materiale odpadowym i jego odzysk wymaga użycia kosztownych i zaawansowanych technologii. Fosfor ze ścieków, w postaci przyswajalnej dla roślin, można odzyskać poprzez wykorzystanie reakcji strącania fosforanu amonowo-magnezowego (struwitu) [1, 2].

1. METODYKA BADAŃ

Materiał badawczy stanowiły odcieki pofermentacyjne z modelowej komory fermentacyjnej (o pojemności 50 l) zasilanej osadem nadmiernym z oczyszczalni ścieków w Swarzewie.

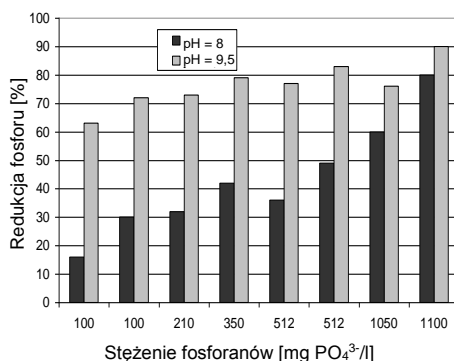
Badane odcieki poddano analizie chemicznej na obecność jonów: fosforanowego i amonowego, a następnie je zalkalizowano. Przeprowadzono dwie serie pomiarowe różniące się odczynem odcieków (dla pH równego 8 oraz 9,5). W celu wytrącenia struwitu z odcieków użyto 1-molowego roztworu chlorku magnezu.

Rozmiar oraz kształt strączanych kryształów określono za pomocą mikroskopu optycznego.

2. WYNIKI BADAŃ

Badane odcieki charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością fosforanów i azotu amonowego (300–1000 mg/l). Wyniki badań wykazały, że wytrącanie struwitu wymaga co najmniej dwukrotnego nadmiaru stężenia molowego jonów amonowych w stosunku do stężenia jonów fosforanowych.

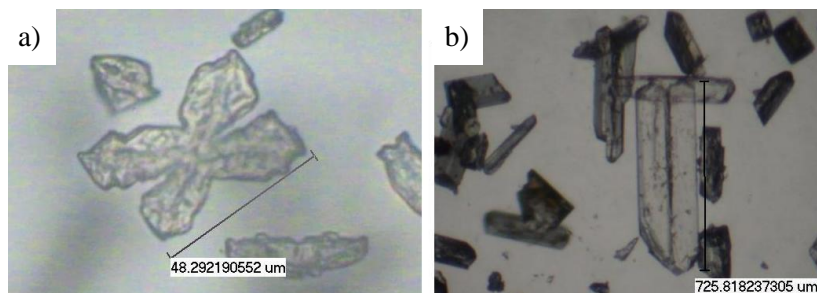
Usuwanie fosforu i azotu, gdy odcieki zawierają stężenia fosforanów przekraczające 1000 mg/l, osiąga dobrą wydajność (80%) już przy pH = 8, natomiast przy stężeniach mniejszych niż 500 mg/l wymaga korekty pH do wartości 9,5 (rys. 1).



Rys. 1. Procentowa redukcja fosforu w zależności od pH oraz stężenia ortofosforanów w odciekach

Fig. 1. The percentage of phosphorous reduction depend on the pH and orthophosphate concentration in the leachate

W reakcji wytrącania struwitu, w zależności od odczynu, stężenia reagentów oraz czasu krystalizacji uzyskano kryształy o różnych kształtach i rozmiarach (rys. 2 a, b). Kryształy osiągały wielkości 0,03–0,8 mm i charakteryzowały się dobrą sedimentacją, co jest ważne ze względu na możliwość łatwego odseparowania struwitu od cieczy.



Rys. 2. Kryształy struwitu wytrącone ze ścieków przy pH = 9,5: a) czas krystalizacji 1 h, stężenie PO_4^{3-} 1010 mg/l; b) czas krystalizacji 48 h, stężenie PO_4^{3-} 512 mg/l

Fig. 2. *Struvite crystals precipitated from wastewater at pH 9.5: a) crystallization time 1 h, concentration PO_4^{3-} 1010 mg/l; b) crystallization time 48 h, concentration PO_4^{3-} 512 mg/l*

Oddzielenie wtrąconego struwitu od zanieczyszczeń i ewentualne dalsze działania prowadzące do zagospodarowania go jako czystego nawozu rolniczego wiążą się z wysokim kosztem przetwarzania (rozpuszczanie w kwasie, wytrącanie wodorotlenkiem) i są mało efektywne w warunkach środowiska odcieków i biologicznego zanieczyszczenia osadem czynnym. Z tego względu zbadano, jak wpłynie dodatek struwitu na parametry kompostu. O wartości nawozowej osadów ściekowych decyduje zawartość składników pokarmowych, w tym fosforu i azotu. Badania wykazały, że jednoprocetowa domieszka struwitu w osadzie (10 kg/t kompostu) powoduje wzrost fosforu oraz azotu odpowiednio o 16% i 30%.

PODSUMOWANIE

Kontrolowane wytrącanie struwitu pozwala w krótkim czasie znacznie zredukować ilość biogenów, co jest niemożliwe do osiągnięcia w procesie biologicznym oczyszczania ścieków. W zależności od warunków uzyskuje się uwodnione kryształy znacznie różniące się rozmiarami i kształtem. Struwit otrzymany w postaci uwodnionej soli odpadowej można mieszać z kompostem, podwyższając jego wartości nawozowe. W dobie malejących zasobów surowców naturalnych i wzrastającego zanieczyszczenia środowiska koniecznością staje się wdrażanie czystych technologii uwzględniających odzysk surowców z odpadów. Pozyskiwanie struwitu w procesie oczyszczania ścieków jest przykładem innowacji spełniającej te wymogi.

LITERATURA

1. Borowik M., Biskupski A., Malinowski P., *Możliwości odzysku jonów amonowych i ortofosforanowych ze ścieków i roztworów odpadowych w postaci ortofosforanu magnezu i amonu (struwitu)*, Przemysł Chemiczny, 2006, t. 85, nr 7.
2. Gluzińska J., Kwiecień J., Sienkiewicz-Cholewa U., *Składniki nawozowe w strumieniu osadów ściekowych po fermentacji metanowej*, Przemysł Chemiczny, 2011, t. 90, nr 5.
3. Klaus K., Imhoff R., *Kanalizacja miast i oczyszczanie ścieków*, Projprzem-EKO, Bydgoszcz 1996.

EFFECT OF COMPOSITION OF EFFLUENTS FROM SEWAGE SLUDGE FERMENTATION ON THE STRUVITE PRECIPITATION EFFICIENCY

Summary

The aim of this study was to estimate the optimal conditions for nutrient removal from the wastewater effluent by the magnesium ammonium phosphate (struvite) precipitation. The influence of the leachate parameters (phosphate and ammonium concentration, pH) on the reaction and struvite crystals precipitation efficiency was investigated. The study shows that the process of precipitation of struvite requires at least twofold excess molar concentration of ammonia nitrogen in relation to the concentration of phosphorous. Precipitation yield of struvite at phosphate concentrations less than 500 mg/l requires adjustment of pH to 9.5. Phosphate concentration higher than 1000 mg/l allows to achieve 80% yield of the process at pH = 8 and 90% at pH = 9.5.

Keywords: *sewage, nutrient removal, recovery of phosphorus, struvite, fertilizer component.*