

## CZ. U Oczyszczalnia ścieków – stabilizacja osadów

dr Eugeniusz Klaczyński  
Envirotech w Poznaniu

**Istotnym parametrem decydującym o równowadze dynamicznej procesu fermentacji jest temperatura osadu.**

Gwałtowne zmiany temperatury mogą powodować reakcję szokową wśród bakterii metanowych, przy równoczesnym małym wpływie na pozostałe bakterie (hydrolytyczne i kwasowe). Powoduje to typowy problem eksploatacyjny, czyli wzrost stężenia lotnych kwasów w komorze i związany z tym gwałtowny spadek zasadowości oraz odczynu pH. Temperatura ma również wpływ na czas niezbędny do uzyskania 90% rozkładu związków organicznych (wymagany czas fermentacji w zależności od zmian temperatury w czasie niezbędnym do uzyskania 90% rozkładu związków organicznych przedstawia tabela). Fermentacja prowadzona w otwartych komorach fermentacyjnych w warunkach psychrofilnych w temperaturze  $\leq 20^{\circ}\text{C}$  powoduje znaczne podwyższenie niezbędnego czasu fermentacji nawet do 100 dni w niekorzystnych warunkach temperaturowych. Eksploatacyjnie wiek osadu nie powinien przekraczać 90 dni, a temperatura nie powinna być niższa od  $7^{\circ}\text{C}$ .

Ważna jest również zawartość patogenów w osadach ściekowych. Amerykańskie wymogi mówią o dopuszczeniu

1 jaja robaków na 4 g s.m. osadu. W warunkach polskich jaja *Ascaris* (glista ludzka) giną dopiero po 3-4 latach magazynowania w otwartych komorach fermentacyjnych, więc zachodzi konieczność prowadzenia procesu higienizacji osadu w celu pozbycia się zagrożenia biologicznego, które występuje, choć w mniejszej ilości, w osadzie przefermentowanym. Ilość i częstotliwość doprowadzania osadu zależy od temperatury fermentacji i wielkości oczyszczalni. W fermentacji psychrofilowej, dopuszcza się jedno- lub kilkakrotne zasilanie komory osadem w ciągu doby. Zgodnie z ogólną zasadą, im wyższa temperatura procesu, tym ilość doprowadzanego porejowo osadu powinna być większa.

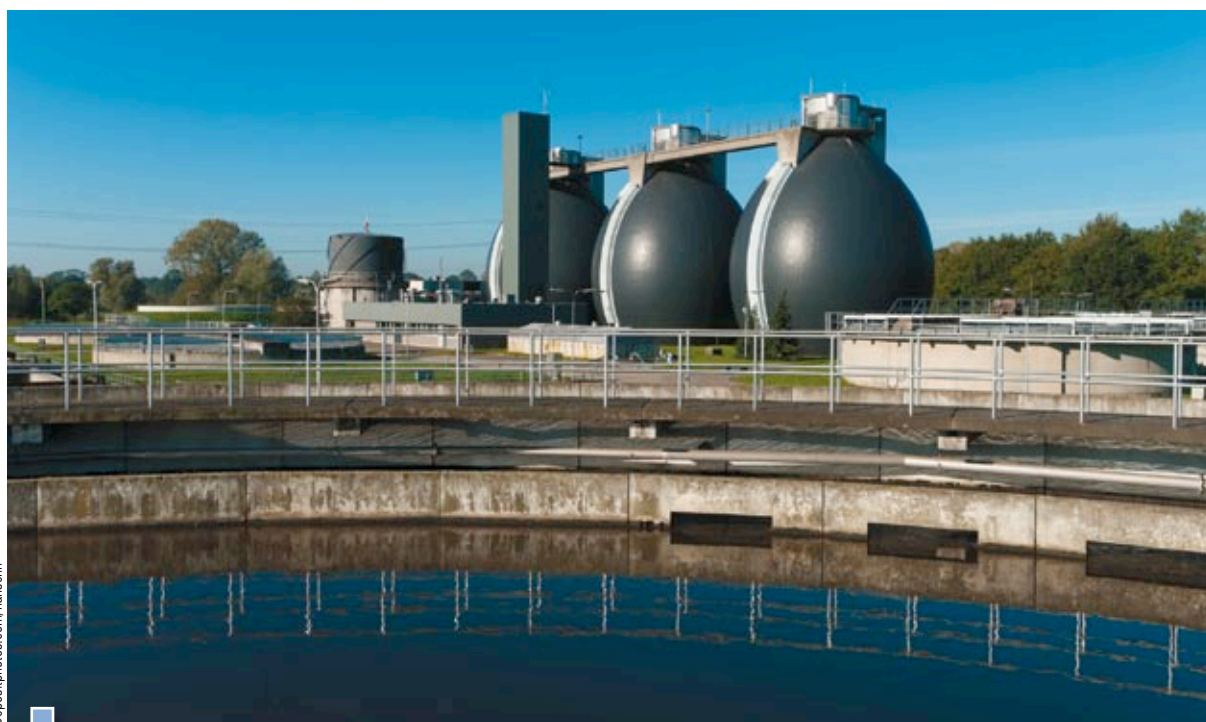
### Zawartość substancji toksycznych

W każdej komorze fermentacyjnej występują w osadzie substancje toksyczne, takie jak: węglowodory, amoniak, metale, lotne kwasy i siarczki, które w zwiększonej ilości stają się toksyczne dla procesu, powodując wręcz jego inhi-

bicję (spowolnienie fermentacji lub nawet jej zatrzymanie). Toksyczność metali występuje tylko wtedy, gdy pojawiają się w formie niezwiązanej, co zdarza się jednak dość rzadko. Najczęściej występują one w postaci nietoksycznych dla procesu siarczków. Wydzielający się w procesie fermentacji siarkowodor świadczy o braku toksyczności metali, ponieważ wykrycie wolnego siarkowodoru oznacza, że wszystkie metale są związane z siarczkami, a wówczas nie stanowią zagrożenia dla bakterii metanogennych. Pierwszym istotnym sygnałem, świadczącym o zakłóceniu procesu fermentacji, jest obniżenie w ciągu jednej doby ilości produkowanego biogazu.

### Wpływ wód nadosadowych

W procesie beztlenowej stabilizacji osadów ściekowych powstają znaczne ilości wód nadosadowych, szczególnie w trakcie stabilizacji i odwadniania (spuszczanie wód nadosadowych z WKF-ów i odcieki z prasy odwadniania osadów). Oddzielona od osadu ciecz, ze względu na duże stężenie zanieczyszczeń, jest kierowana do układu oczyszczania ścieków – przed osadniki wstępne. Recykulowane na początku procesu oczyszczania ścieków wody nadosa-



Depositphotos.com/hansenn

Zamknięte komory fermentacyjne

Wymagany czas fermentacji<sup>1</sup>

Temperatura [°C]	8	10	20	30	32	42	50	55	60
Czas [d]	120	75	44	26	24	20	16	15	14

dowe powodują wzrost wskaźników zanieczyszczeń, głównie azotu i fosforu, a w związku z tym muszą być uwzględnione w bilansie ścieków. W wodach nadosadowych znajdują się duże ilości azotu amonowego (amoniaku), powstającego w trakcie rozkładu w procesach beztlenowych. Doświadczenia eksploatacyjne dowodzą, że od 30 do 70% azotu doprowadzonego do komory fermentacyjnej jest zwracane z powrotem do układu oczyszczalni, co stanowi nawet 30-40% ilości w stosunku do ładunku azotu doprowadzonego ze ściekami do oczyszczalni. Amoniak do wód nadosadowych dostaje się przede wszystkim w wyniku rozkładu białek. Jego ilość w wodzie nadosadowej, wg własnych badań eksploatacyjnych w oczyszczalni ścieków w Śremie, osiągał stężenie na poziomie od 300 do 1500 g N/m<sup>3</sup>. W oczyszczalni ścieków w Zabrze stężenie amoniaku wynosiło 698,3 g N/m<sup>3</sup><sup>2</sup>, co stanowiło 30% udziału w sumarycznym ładunku dopływającym do oczyszczalni. Proces recyrkulacji z wodami nadosadowymi (z beztlenowej fermentacji) fosforu do strumienia ścieków dopływających do oczyszczalni jest inny niż azotu, zwłaszcza ze względu na mechanizmy usuwania fosforu. Niemniej ma on znaczny udział w cieczy pofermentacyjnej, a jego ilość (określana często na podstawie analiz prowadzonych w oczyszczalniach ścieków) mieści się w zakresie od 50 do 170 g P/m<sup>3</sup>. W badaniach własnych stężenia fosforu osiągały stężenia nawet powyżej 200 g P/m<sup>3</sup>. Porównując zawartości fosforu w ściekach dopływających do oczyszczalni ścieków i ilość zwracaną z wodami nadosadowymi, pochodzącymi z fermentacji beztlenowej, można zauważyć, że zwróconych zostaje ok. 15 – 20% doprowadzonego do oczyszczalni fosforu. W obiekcie w Zabrze stanowi to 15% udziału w sumarycznym ładunku dopływającym do oczyszczalni<sup>2</sup>. Większość fosforu z wód nadosadowych, wg doświadczeń autora, nawet 40%, usuwa się już w osadnikach wstępnych z osadem i zawiesiną. Recyrkulowane wody nadosadowe zawierają dużą ilość zawiesin, powstającą z powodu niewłaściwego rozdziału osadu od cieczy nadosadowej. Zawiesina pochodząca z wód nadosadowych jest trudno opadająca, ma charakter koloidalny i składa się z osadu prefermentowanego, mikroorganizmów beztlenowych (uczestniczą-

cych w procesie fermentacji), związków wapnia (CaCO<sub>3</sub> dodawanego na przykład w celu zalkalizowania środowiska) oraz niewielkich fragmentów rozbitego kożucha osadowego. Zawartość zawiesiny ogólnej w cieczy nadosadowej w zależności od obciążenia komory fermentacyjnej zmienia się w zakresie od 800 do 1100 g/m<sup>3</sup>. Wody nadosadowe charakteryzują się wysoką zasadowością, wynikającą z procesów beztlenowej stabilizacji osadów. Na podwyższenie alkaliczności mają wpływ m.in. produkty rozkładu białek, podlegające fermentacji metanowej, np. alanina i glicyna, powodujące powstanie znacznych ilości węglanów i kwaśnych węglanów. W celu zmniejszenia zasadowości, zawartości soli rozpuszczonych (przez wypłukiwanie koloidów oraz gazów) i substancji stałych (a tym samym ładunku BZT<sub>5</sub>), a także zawiesin w wodach nadosadowych, eksploatacyjni czasami stosują proces ich przemywania oczyszczonymi ściekami.

### Ograniczenie wpływu wód nadosadowych

Zawracanie wód nadosadowych może powodować obniżenie efektywności usuwania zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych, odprowadzanych z oczyszczalni do środowiska naturalnego. Zwiększona ilość ładunku odprowadzanego z wodami nadosadowymi generuje dodatkowe koszty oczyszczania ścieków. Najbardziej efektywne byłoby oddzielenie cieczy nadosadowej i skierowanie jej nie do strumienia ścieków dopływających do oczyszczalni, lecz do dodatkowego zbiornika uśredniającego, który umożliwiłby gromadzenie odcieków w celu wyrównania oraz uśrednienia jego stężeń przed połączeniem ze ściekami surowymi. Rozwiązaniem sprawdzonym w trakcie prowadzonej przez autora eksploatacji oczyszczalni było wykorzystanie jako zbiornika wyłączanej z eksploatacji komory osadnika wstępnego, do którego oprócz wód nadosadowych z komory fermentacyjnej i odcieków spod prasy kierowano wody nadosadowe, pochodzące z zagęszczaczy grawitacyjnych osadu nadmiernego, co pozwalało w dużym stopniu usunąć zawiesinę i zmniejszyć stężenia jednostkowe opisanych czynników. Innym rozwiązaniem jest zwracanie wód nadosado-

wych w porze nocnej, w czasie dopływu do oczyszczalni obniżonych ładunków zanieczyszczeń i stosowanie metod chemicznego strącania fosforu. Ostatnio wprowadzono nowatorską metodę krystalizacji fosforoamonu magnezu, nazywanego popularnie struwitem, bez strącania chemicznego poprzez oziębianie osadu stabilizowanego, beztlenowo usuwając w ten sposób związki azotu i fosforu.

Główną przyczyną powierzchniowego traktowania wód nadosadowych i odcieków, które towarzyszą procesom gospodarki osadowej oczyszczalni ścieków, jest znikoma znajomość zagadnienia. W literaturze temat ten przedstawia się ogólnikowo, a większość badań prowadzona jest w celu pogłębienia procesu biologicznego usuwania zanieczyszczeń ze ścieków lub poprawienia procesu fermentacji metanowej w celu wytworzenia większej ilości biogazu z osadów i otrzymania ekologicznego źródła energii odnawialnej przy wykorzystaniu zamkniętych komór fermentacyjnych. Natomiast stabilizowanie osadów w otwartych komorach fermentacyjnych, bardzo popularne do lat 70. XX w., wydaje się coraz mniej efektywne. W procesie powstają gazy cieplarniane, które przedostają się do atmosfery. W trakcie modernizacji oczyszczalni ścieków wykonuje się na OKF-ach przykrycia z laminatów, ograniczające uciążliwość zapachową, a zarazem stosuje się nowe, wysoko sprawne mieszadła i tworzy się komory z odzyskiem biogazu.

Masa produkowanych osadów ściekowych rośnie w naszym kraju każdego roku. W Krajowym Programie Gospodarki Odpadami 2010 (MP z 29 grudnia 2006 r.) podkreśla się, że przede wszystkim należy minimalizować ilość wytwarzanych osadów ściekowych i zapobiegać ich powstawaniu. W 1997 r. na jednego mieszkańca przypadało 9,39 kg s.m. osadu, a w 2006 r. było to już 13,14 kg s.m. osadu na rok. W związku z tym będą zmieniały się metody postępowania z osadami, wymuszające zastosowanie, oprócz stabilizacji beztlenowej (w WKF-ach, OKF-ach), tlenowej bądź chemicznej sanitacji wapnem po przeprowadzonym mechanicznym odwodnieniu osadów. Uwzględniwszy zostaną również inne technologie, np. kompostowania osadów z mieszkanką odpadów organicznych, termiczne suszenie lub nawet spalanie osadów.

### Źródła

1. Miksch K., Sikora J.: *Biotechnologia ścieków*. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 2010.
2. Zych B.: *Skutki uboczne zaawansowanych metod oczyszczania ścieków*. „Forum Eksploatora” 1/2002.