

MOŻLIWOŚCI PODCZYSZCZANIA ODCIEKÓW Z WYSYPISK METODAMI BIOLOGICZNYMI

JOANNA SURMACZ-GÓRSKA, KORNELIUSZ MIKSCH,
TATIANA KITA

Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Katedra Biotechnologii Środowiskowej,
ul. Akademicka 2, 44-100 Gliwice

Keywords: landfill leachates, nitrification, COD removal.

POSSIBILITIES OF BIOLOGICAL PARTIAL LANDFILL LEACHATES TREATMENT

Landfill leachates are generated by rainwater passing through the landfill and washing out organic and mineral compounds from the disposed wastes.

Three-year-research of landfill leachates originated from the landfills in Siemianowice Śląskie and Dąbrowa Górnicza showed that COD of landfill leachates varied from 1000 to 2000 mg/dm³. Only sporadically COD was higher and reached values even above 14 000 mg/dm³.

If COD of raw leachates was low and did not exceed 2000 mg/dm³, organics in leachates were not biodegradable. The opposite situation was observed when COD was high and exceeded normal values. Aeration of the leachates with activated sludge resulted in rapid decomposition of organic compounds and COD decrease. After 5 hours of aeration 75% of COD reduction was obtained.

During the landfill leachates treatment nitrification of high concentration of ammonia nitrogen was observed even in the presence of high loads of organic compounds. Moreover, landfill leachates from Siemianowice Śląskie and Dąbrowa Górnicza have had no inhibitory effect on nitrifying bacteria.

Streszczenie

Odcieki wysypiskowe są to wody deszczowe migrujące przez złożę wysypiska, wymywające z niego rozpuszczalne frakcje organiczne i mineralne zawarte w składowanych odpadach. Trzyletnie badania odcieków pochodzących ze składowisk odpadów komunalnych w Siemianowicach Śląskich i Dąbrowie Górniczej wykazały, że ChZT odcieków na ogół waha się między wartościami 1000 i 2000 mg/dm³, a w nielicznych okresach w roku przekracza te wartości, osiągając stężenia nawet powyżej 14 000 mg ChZT/dm³.

W przypadku gdy stężenie ChZT odcieków jest niskie i nie przekracza 2000 mg/dm³, mamy do czynienia ze związkami trudno rozkładalnymi biologicznie. Odmienną sytuację obserwowano, gdy ChZT odcieków znacznie przekraczało typowe niskie wartości. Napowietrzanie odcieków z osadem czynnym powodowało szybki rozkład związków organicznych i spadek ChZT. Już po 5 godzinach napowietrzania uzyskano 75% obniżenie stężenia ChZT.

Typowym zjawiskiem przy oczyszczaniu odcieków była nityfikacja wysokich stężeń azotu amonowego, zachodząca bez zakłóceń w obecności dużych ładunków związków organicznych. Bardzo ważnym zjawiskiem był brak wpływu toksycznego na bakterie nityfikacyjne zarówno odcieków z Siemianowic Śląskich, jak i z Dąbrowy Górniczej.

WSTĘP

Jednym z największych zagrożeń dla środowiska, związanych ze składowaniem odpadów na wysypiskach, jest powstawanie w ich obrębie odcieków. Są to wody deszczowe migrujące przez złożę wysypiska i wymywające z niego rozpuszczalne frakcje organiczne i mineralne zawarte w składowanych odpadach [4, 6, 13, 17]. Odcieki są ujmowane systemem drenażowym i na ogół gromadzone w zbiornikach retencyjnych, skąd częściowo zawracane są ponownie na wysypisko, odprowadzane do kanalizacji lub wywożone bezpośrednio do lokalnej oczyszczalni ścieków [11, 14].

Wysokie obciążenie, zmienny skład i różne w poszczególnych porach roku objętości powodują, że oczyszczanie tego rodzaju wód odpadowych jest znacznie trudniejsze w porównaniu np. z oczyszczaniem ścieków komunalnych. Wyzkazują one bardzo złożony skład chemiczny, a redukcja znajdujących się w nich zanieczyszczeń jest w jednostkowych procesach oczyszczania często niemożliwa lub wymaga wysokich nakładów finansowych [1, 3, 7–10, 15, 16].

METODYKA BADAŃ

BADANIA SKŁADU ODCIEKÓW

W latach 1996–1998 przebadano skład odcieków powstających w obrębie dwu składowisk odpadów komunalnych – w Siemianowicach Śląskich i Dąbrowie Górniczej. Odcieki z wysypiska w Siemianowicach Śląskich były badane w okresie od 12 marca do 25 czerwca 1996 oraz w okresie od 5 lutego do 9 czerwca 1997; natomiast odcieki z wysypiska odpadów w Dąbrowie Górniczej w okresie od 8 sierpnia 1997 do 7 lipca 1998. W okresie badania odcieków na wysypisku w Dąbrowie Górniczej codziennie rejestrowano stan pogody, celem określenia wpływu warunków atmosferycznych na skład odcieków wysypiskowych.

Kontrola składu odcieków objęła standardowe oznaczenia, takie jak barwa, zapach, mętność, odczyn, ChZT_{Cr} , BZT_5 , oraz stężenia azotu ogólnego, amonowego, azotanowego, chlorków, siarczanów i zawiesiny ogólnej [5].

BIOLOGICZNE OCZYSZCZANIE ODCIEKÓW

Badania prowadzono w układzie okresowym (SBR), o pojemności 5 dm^3 , z wykorzystaniem osadu czynnego, pochodzącego z oczyszczalni ścieków komunalnych Zabrze-Śródmieście i nie adaptowanego wcześniej do odcieków

wysypiskowych. Osad ten został przygotowany do badań w następujący sposób: 5 dm³ osadu (pobranego z komory nitrifikacji) odwirowano, odrzucono ciecz nadosadową, przeniesiono osad do układu laboratoryjnego i uzupełniono odciekami do objętości 5 dm³. W rezultacie stężenie osadu w układzie wynosiło 3,5 g/dm³.

Proces oczyszczania oceniano na podstawie zmian stężenia ChZT, aktywności oddechowej mikroorganizmów AO oraz zmian stężeń azotu amonowego, azotowego i azotanowego w oczyszczanych odciekach.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

SKŁAD ODCIEKÓW WYSYPISKOWYCH

Ocieki ze składowiska odpadów komunalnych w Siemianowicach Śląskich, badane w dwu okresach: od 12.03 do 25.06.1996 i od 5.02 do 9.06.1997 były mętne, o barwie 840 mg Pt/dm³ i odczynie wahającym się od 7,5 do 8,5 pH.

Własności chemiczne odcieków nie były tak stabilne jak podane cechy fizyczne. W obydwu przebadanych okresach występowały znaczne zmiany wartości poszczególnych wielkości. Wynika to zapewne stąd, że na wahania składu odcieków mają wpływ zmieniające się warunki atmosferyczne, technologia składowania odpadów oraz wiek wysypiska. Badania objęły swoim okresem warunki pogodowe typowe zarówno dla okresu zimowego, wiosennego, jak i letniego. Okresowe intensywne opady deszczu oraz topniejący śnieg, powodowały wymywanie większych ilości związków organicznych ze złoża wysypiska, podnosząc stężenie ChZT i BZT₅ odcieków do wartości maksymalnych wynoszących odpowiednio 14 835 i 9550 w pierwszym okresie badań oraz 9573 mg ChZT/dm³ w drugim okresie badań (Tab. 1). Poza krótkimi okresami podwyższonych stężeń ChZT i BZT₅, ocieki charakteryzowały się stosunkowo niskimi stężeniami obu tych parametrów w porównaniu z danymi literaturowymi. Przykładowo: ChZT odcieków z młodych wysypisk odpadów w Niemczech wynosi od 6000 do 60 000 mg/dm³ [2]. Wysypisko w Siemianowicach Śląskich w roku 1996 liczyło około 4 lat eksploatacji, a ChZT i BZT₅, poza wymienionymi powyżej wartościami, nie przekraczało odpowiednio wartości 2500 mg/dm³ i 1000 mg/dm³. Należy jednak podkreślić, że nadal są to stężenia dużo wyższe niż obserwowane w przypadku ścieków bytowo-gospodarczych (Tab. 1). Przyczyną tak niskich stężeń ChZT i BZT₅ w omawianych odciekach może być z jednej strony skład procentowy odpadów na wysypisku, gdzie części organiczne stanowią mniej niż 50%, a z drugiej uśrednienie odcieków w zbiorniku retencyjnym, do którego spływają ocieki z zamkniętych już sektorów, ale także z sektora obecnie użytkowanego.

Istotnym parametrem charakteryzującym ścieki jest stosunek BZT₅/ChZT. W przypadku odcieków w pierwszym okresie badań stosunek ten wahał się od 0,28 do 0,69 z przewagą wartości od 0,5 do 0,69. Sugeruje to, że związki organiczne zawarte w odciekach są podatne na biodegradację.

W przeciwieństwie do ChZT i BZT₅, które zgodnie z danymi literaturowymi klasyfikowałyby wysypisko w Siemianowicach Śląskich jako wysypisko stare, stężenia siarczanów wyraźnie wskazywały na jego młody wiek. W obu badanych okresach średnie stężenia siarczanów wynosiły odpowiednio 1973 i 5183 mg SO₄²⁻/dm³. Dane literaturowe podają dla młodych wysypisk zakres stężenia siarczanów 70–1750 mg/dm³, a dla starych 10–420 mg/dm³ [2].

Pozostałe parametry składu odcieków są stabilne i nie ulegają istotnym wahaniom w trakcie starzenia się składowisk odpadów [2]. Niemniej jednak, tak jak ChZT i BZT₅, swoimi wartościami daleko przekraczały stężenia występujące w typowych ściekach miejskich (Tab. 1). Najistotniejszym wśród tych parametrów jest azot amonowy, którego średnie stężenia wynosiły odpowied-

Tabela 1. Skład odcieków z wysypiska odpadów komunalnych w Siemianowicach Śląskich
Composition of landfill leachates from the municipal landfill in Siemianowice Śląskie

Parametr Parameter	Jednostka Unit	Odcieki z wysypiska w Siemianowicach Śląskich Leachates from the landfill in Siemianowice Śląskie				Ścieki komunalne Municipal waste waters [12]
		12.03.–25.06.96		5.02–9.06.97		
		Zakres Range	Średnio Average	Zakres Range	Średnio Average	Zakres Range
Barwa Colour	mg Pt/dm ³	670–960	840	–	brązowa brown	50–400
Mętność Turbidity	mg SiO ₂ /dm ³	40–80	45	–	–	–
Odczyn pH	pH	7,5–8,5	7,0	7,5–8,5	7,0	7,1–8,5
ChZT COD	mg/dm ³	558–14835	1058	242–9573	110	250–1000
BZT ₅ BOD ₅	mg/dm ³	340–9550	1727	–	–	150–500
Azot amonowy Ammonia	mg N–NH ₄ ⁺ /dm ³	602–4092	2993	30–2030	1312	10–50
Substancje rozpuszcz. Dissolved substances	mg/dm ³	39,6–9648	7563	10,5–10620	6060	400–1200
Chlorki Chlorides	mg Cl ⁻ /dm ³	245–3900	2352	1500–4150	2155	20–50
Siarczany Sulfates	mg SO ₄ ²⁻ /dm ³	750–3860	1973	1000–14100	5138	15–30
Zawiesina Suspended solids	mg/dm ³	40–2162	1164	110–11000	1399	< 300

nio 2993 mg N-NH₄⁺/dm³ w pierwszym i 1312 mg N-NH₄⁺/dm³ w drugim okresie badań. Wartości te wielokrotnie przekraczają wielkości występujące w ściekach komunalnych, które wynoszą średnio 30 mg N-NH₄⁺/dm³ [12]. W odciekach występują także znaczne ilości chlorków, sięgające średnio wartości 2352 mg Cl⁻/dm³ i 2155 mg Cl⁻/dm³ odpowiednio w pierwszym i drugim okresie badań. Średnie stężenia zarówno azotu amonowego, jak i chlorków są porównywalne z danymi literaturowymi, które wynoszą odpowiednio 30–3000 mg N-NH₄⁺/dm³ i 100–5000 mg Cl⁻/dm³ [2].

Drugim składowiskiem odpadów komunalnych, którego odcieki poddano systematycznej kontroli, było wysypisko „Lipówka 1” w Dąbrowie Górniczej. Składowisko to powstało w podobnym okresie jak składowisko w Siemianowicach Śląskich, ale zostało wykonane według starej technologii. Dodatkowo, z powodu nie zakończonej inwestycji, jego eksploatacja nie mogła być właściwie prowadzona. Istotnym, niekorzystnym tego skutkiem było to, że w niecce wysypiska gromadziły się odcieki, które w okresie intensywnych deszczów groziły przelaniem się poza teren niecki i skażeniem środowiska.

Przeprowadzone oznaczenia składu odcieków wykazały dużą stabilność zarówno własności organoleptycznych (barwa, mętność, zapach), jak i składu chemicznego odcieków. Analizy zostały wykonane w okresie charakteryzującym się dużą zmiennością warunków atmosferycznych. W tym czasie notowano temperatury typowe zarówno dla okresu letniego 20–27°C (8 VIII–25 VIII), jak i dla okresu wiosenno-jesiennego 4–20°C (10 IX–22 X), a nawet temperatury typowe dla okresu zimowego: od –5 do 5°C. Poszczególne okresy charakteryzowały się zmienną ilością opadów – od okresów zdecydowanie bezdeszczowych, przez okresy o umiarkowanych, przelotnych opadach, aż po okres, kiedy występowały obfitsze opady, łącznie z opadami śniegu. Niezależnie od tego, kiedy zostały pobrane odcieki, ich skład był bardzo podobny. Obserwowano jedynie stosunkowo dużą zmienność wartości BZT₅: od 181 do 591 mg/dm³ (średnio 331 mg/dm³). Wahania ChZT oscylowały natomiast wokół wartości średniej 1183 mg/dm³ (Tab. 2). Zmiany wielkości BZT₅ nie miały jednak wpływu na podatność badanych odcieków na rozkład biologiczny, gdyż stosunek BZT₅/ChZT wszystkich przebadanych partii odcieków był bardzo niski i wahał się w przedziale od 0,4 do 0,1 (średnio 0,2). Tak niski udział BZT₅ w stosunku do ChZT świadczy o dużej odporności odcieków na biodegradację i wyklucza możliwość łatwego rozkładu zanieczyszczeń zawartych w odciekach jedynie metodami stosowanymi w przypadku ścieków komunalnych. Bardzo wyrównane wyniki uzyskano dla azotu amonowego i ogólnego. Stała była także relacja między tymi obiema formami azotu. Prawie cały azot ogólny stanowił azot amonowy, a udział azotu organicznego był niewielki. Świadczy to o zajściu procesów amonifikacji (rozkładu azotu organicznego do amonowego) już w złożu wysypiska. Ponadto odcieki wysypiska „Lipówka 1” charakteryzowały się wysokim, stabilnym stężeniem chlorków, którego wartość średnia sięgała 1104 mg Cl⁻/dm³ oraz zmienną ilością siarczanów i zawiesiny ogólnej (Tab. 2 i 3).

Tabela 2. Skład odcieków z wysypiska „Lipówka 1” w okresie od 8.08 1997 do 19.11.1997

Composition of leachates from the landfill “Lipówka 1” from 8.08 1997 to 19.11.1997

Parametr Parameter	Jednostka Unit	8.08. 97	25.08. 97	10.09. 97	25.09. 97	9.10. 97	22.10. 97	6.11. 97	19.11. 97	Średnio Average
Barwa Colour	mg Pt/dm ³	1000	800	1000	800	1000	1000	800	1000	—
Zapach Odour		z 4s	z 3s	z 3s	z 3s	z s2	z 2s	z 2s	z 2s	—
Mętność Turbidity		mętna turbid	mętna turbid	mętna turbid	mętna turbid	mętna turbid	mętna turbid	mętna turbid	mętna turbid	mętna turbid
Odczyn pH	pH	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ChZT COD	mg O ₂ /dm ³	1135	573	1483	1520	1124	1224	1235	1167	1183
BZT ₅ BOD ₅	mg O ₂ /dm ³	—	—	450	591	275	285	181	201	331
Azot ogólny Total nitrogen (TKN)	mg N/dm ³	933	926	857	868	733	763	782	755	827
Azot amon. Ammonia	mg N—NH ₄ ⁺ /dm ³	874	871	840	822	668	713	652	690	766
Azot azotan. Nitrate	mg N—NO ₃ ⁻ /dm ³	1,9	2,0	0,77	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0	1,8
Chlorki Chlorides	mg Cl ⁻ /dm ³	1151	1227	1147	1147	952	998	1273	940	1104
Siarczany Sulfates	mg SO ₄ ²⁻ /dm ³	19,5	123,4	15,4	29,8	25,7	22,6	35	18,5	36,2
Zawiesina Suspended solids	mg/dm ³	350	480	520	245	0	10	56	68	216

Ogólnie można stwierdzić, że odcieki z wysypiska „Lipówka 1” wykazują niewielką zmienność składu odcieków. Przyczyną takiej stabilności może być zalegająca duża ilość odcieków w niecce wysypiska. Niecka wysypiska gromadząca dużą ilość odcieków działa jak zbiornik retencyjny, uśredniający skład odcieków niezależnie od warunków atmosferycznych i pory roku.

Porównując odcieki wysypiskowe ze ściekami bytowo-gospodarczymi należy stwierdzić, że są one dużo bardziej zanieczyszczone. Swoim składem przypominają raczej ścieki przemysłowe. Dlatego też odcieki nie ujmowane i nie oczyszczane stanowią duże zagrożenie dla środowiska, a w przypadku awarii systemu zbierającego i retencyjnego na wysypisku stanowią zagrożenie dla wód podziemnych, a więc i dla lokalnych ujęć wody pitnej.

Tabela 3. Skład odcieków z wysypiska „Lipówka 1” w okresie od 10.01.1998 do 07.07.1998
Composition of leachates from the landfill “Lipówka 1” from 10.01.1998 to 07.07.1998

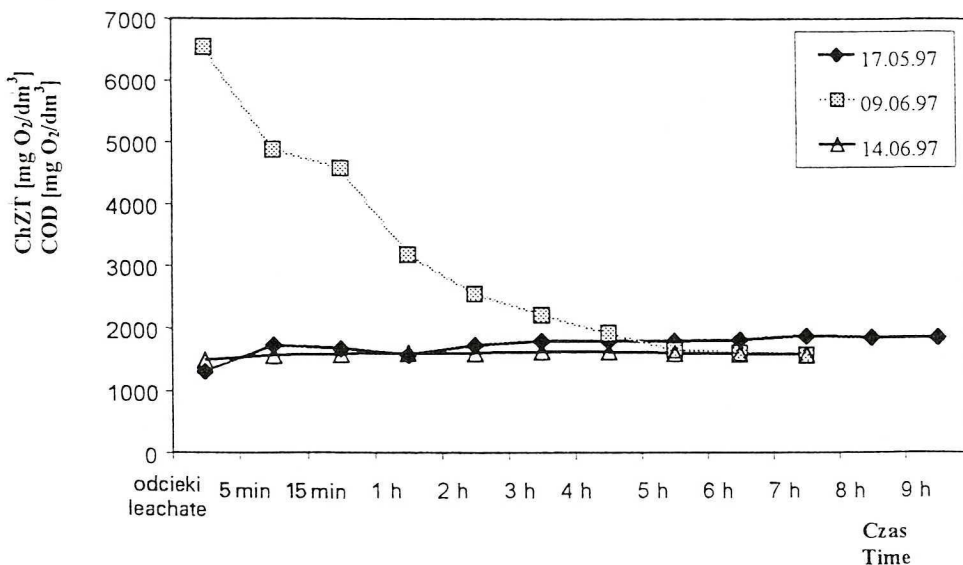
Parametr Parameter	Jednostka Unit	10.01. 98	24.01. 98	06.02. 98	13.03. 98	26.03. 98	09.04. 98	18.04. 98	29.04. 98	12.05. 98	26.05. 98	09.06. 98	23.06. 98	07.07. 98
Barwa Colour	mg Pt/dm ³	600	750	1000	1000	1000	1000	1000	800	1000	1000	800	1000	1000
Zapach Odour		z3s	z3s	z4s	z4s	z4s	z4s	z4s	z3s	z3s	z4s	z3s	z3s	z4s
Mętność Turbidity		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Odczyn pH	pH	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
ChZT COD	mg O ₂ /dm ³	2040	2432	1444	200	220	2000	1980	1854	1688	1728	1632	1584	1502
BZT ₅ BOD ₅	mg O ₂ /dm ³	483	550	199					248	214			186	
Azot amon. Ammonia	mg N-NH ₄ ⁺ /dm ³	1254	1600	820	416	388	102	110	784	798	805	846	825	912
Azot azotyn. Nitrite	mg N-NO ₂ ⁻ /dm ³	0,47	0,4	0,4	0,42	0,5	0,52	0	0,2	0,26	0,26	0,4	0,26	0,34
Azot azotan. Nitrate	mg N-NO ₃ ⁻ /dm ³	1,5	1,2	1,3	1,6	1,4	0,2	0	0	0	0,1	0	0,1	0,1
Chlorki Chlorides	mg Cl ⁻ /dm ³	998	952	998					984	992			988	
Siarczany Sulfates	mg SO ₄ ²⁻ /dm ³	22,6	25,7	22,6					24,5	28			22,6	
Zawiesina Suspended solids	mg/dm ³	16,5	69	6	28	4,8	12,6	3,5	12	8,6	10	7,4	6,6	14,2

OCENA BIOLOGICZNEGO OCZYSZCZANIA ODCIEKÓW

Trzyletnie badania odcieków wysypiskowych pochodzących ze składowisk odpadów komunalnych w Siemianowicach Śląskich i Dąbrowie Górniczej wykazały, że niezależnie od sposobu eksploatacji wysypiska ChZT odcieków na ogół waha się pomiędzy wartościami 1000 i 2000 mg/dm³, a w nielicznych okresach roku przekracza te wartości, osiągając stężenia nawet powyżej 14000 mg ChZT/dm³.

W przypadku, gdy ChZT odcieków jest niskie (nie przekracza wartości 2000 mg/dm³) i stanowią je związki trudnorozkładalne biologicznie, stosowanie procesu osadu czynnego nie powoduje zmian w ChZT. Wielokrotnie powtarzane próby wyhodowania biocenozy zdolnej do rozkładu tych związków kończyły się zwykle jedynie na nieznacznych wahaniach stężenia ChZT. Takie

przypadki obrazują zmiany ChZT zarejestrowane w trakcie oczyszczania osadem czynnym odcieków z wysypiska w Siemianowicach Śląskich, pochodzące z dni 17.05 i 14.06.1997 (Rys. 1). Początkowe stężenie ChZT w obu przypadkach wynosiło około 1500 mg/dm^3 . W trakcie 9 h napowietrzania odcieków nie nastąpił spadek ChZT odcieków. Obserwowano nawet niewielki wzrost stężenia ChZT, spowodowany przypuszczalnie pojawianiem się produktów przemiany materii mikroorganizmów, które w przeciwieństwie do substancji pierwotnych były utleniane przez dwuchromian potasu wykorzystywany w oznaczaniu ChZT.

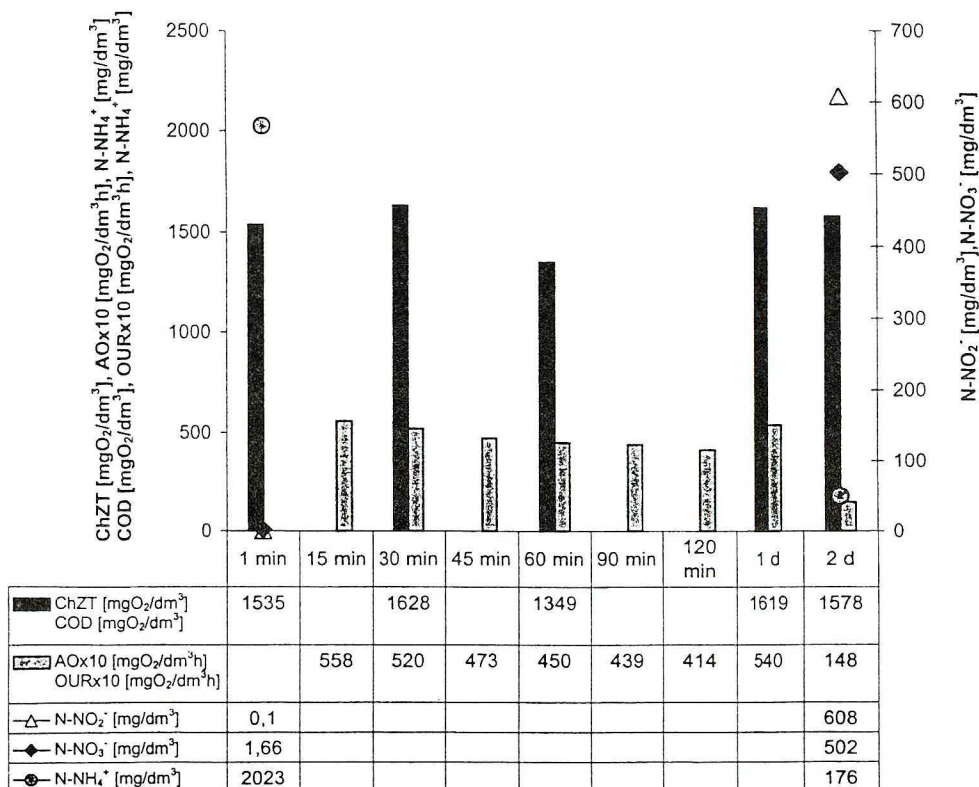


Rys. 1. Zmiany ChZT w trakcie oczyszczania odcieków osadem czynnym
COD changes during leachates treatment in activated sludge system

Pomimo braku spadku ChZT w oczyszczanych odciekach, w trakcie napowietrzania wielokrotnie obserwowano znaczny wzrost aktywności oddechowej osadu czynnego, wskazujący na intensywne procesy metaboliczne. Aktywność oddechowa osadu czynnego, mierzona w czasie jednego z kolejnych dni doświadczeń, rosła w czasie napowietrzania do wartości powyżej $50 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3/\text{h}$ i była spowodowana poborem tlenu na nityfikację dużych ilości azotu amonowego znajdującego się w odciekach (Rys. 2).

Stężenie azotu amonowego w odciekach wynosiło $2023 \text{ mg N-NH}_4^+/\text{dm}^3$ i nie towarzyszyły mu inne formy azotu mineralnego. Po 2 dobach napowietrzania, gdy aktywność oddechowa spadła do $14,8 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3/\text{h}$, stwierdzono znaczny ubytek azotu amonowego; jego końcowe stężenie wynosiło jedynie $176 \text{ mg N-NH}_4^+/\text{dm}^3$. Jednocześnie stwierdzono obecność znacznych ilości azotu azotanowego i azotanowego, wynoszących odpowiednio $608 \text{ mg N-NO}_2^-/\text{dm}^3$ i $502 \text{ mg N-NO}_3^-/\text{dm}^3$ (Rys. 2).

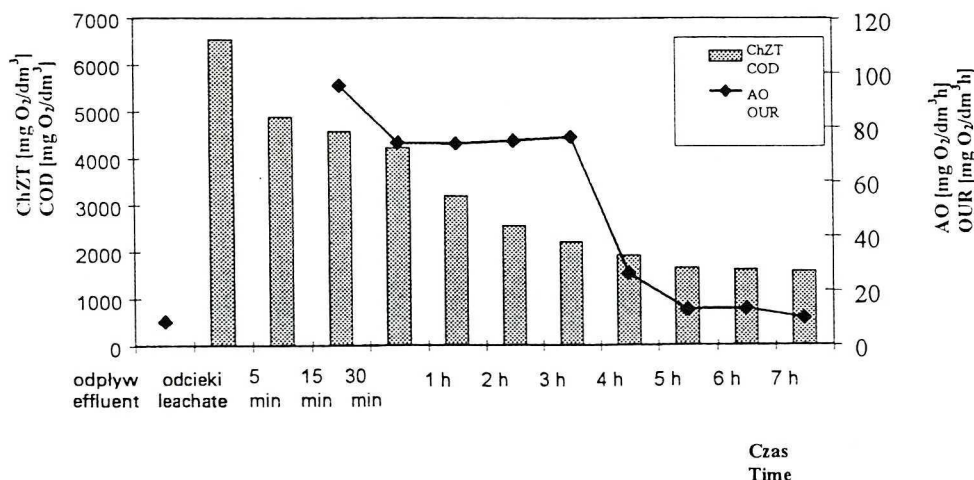
Odmianą sytuację obserwowano, gdy ChZT odcieków znacznie przekraczało typowe wartości. Pojawienie się wysokich stężeń ChZT w surowych odciekach związane jest z wypłukiwaniem przez opady atmosferyczne większych ilości związków organicznych z wysypiska. Intensywne opady atmosferyczne skracają czas zatrzymania związków organicznych w złożu wysypiska i jednocześnie skracają czas trwania procesów biologicznych, jakim one podlegają. Dlatego odcieki opuszczające składowisko w okresach opadów atmosferycznych zawierają w swoim składzie znaczne ilości związków organicznych podatnych na biodegradację. Rozkład związków organicznych zawartych w odciekach o wysokim stężeniu ChZT przedstawiono na rysunku 1. Odcieki surowe pochodzące z 9.06.97 posiadały ChZT o stężeniu 6548 mg/dm^3 . Napowietrzanie odcieków z osadem czynnym powodowało szybki rozkład związków organicznych i spadek ChZT. Już po 5 godzinach napowietrzania uzyskano stężenie ChZT wynoszące 1657 mg/dm^3 , a więc 75% obniżenie stężenia ChZT. Po tym czasie nie udało się już obniżyć stężenia ChZT w odciekach w sposób trwały, obserwowano jedynie wahania wokół wyżej wymienionej wartości. Jednocześnie zauważono brak nityfikacji. Nie obserwowano utleniania azotu



Rys. 2. Zmiany ChZT, AO i form azotu podczas oczyszczania odcieków osadem czynnym
 COD, OUR and nitrogen forms changes during leachates treatment in activated sludge system

amonowego zawartego w odciekach. Przyczyną braku nityfikacji był duży ładunek łatwo rozkładalnych związków organicznych. W trakcie omawianego doświadczenia kontrolowano również zmiany aktywności oddechowej osadu czynnego. Osad wykorzystany w tym doświadczeniu miał wysoką początkową aktywność oddechową wynoszącą 88 mg O₂/dm³/h.

Aktywność ta już po 15 minutach od rozpoczęcia napowietrzania wraz z odciekami wzrosła do niespotykanej w konwencjonalnych procesach oczyszczania ścieków wartości 95,4 mg O₂/dm³/h (Rys. 3). Wielkość aktywności oddechowej świadczy o bardzo intensywnych procesach utleniania, które trwały przez trzy godziny napowietrzania odcieków. Po tym okresie aktywność oddechowa spadała do poziomu wyjściowego – 10,0 mg O₂/dm³/h, co świadczy o wyczerpaniu się substratów łatwo przyswajalnych dla mikroorganizmów i zakończeniu procesów utleniania.



Rys. 3. Zmiany ChZT i aktywności oddechowej w trakcie oczyszczania osadami czynnymi odciekami o wysokim stężeniu ChZT

COD, OUR changes during biological treatment of leachates of high COD concentration

Na podkreślenie zasługuje fakt, iż każdorazowo rozkład biologiczny związków organicznych zawartych w odciekach o podwyższonym ChZT zachodził do charakterystycznego poziomu, typowego dla odcieków surowych o niskim ChZT, tj. do stężenia około 1500–2000 mg ChZT/dm³. Potwierdza to opinię, że ChZT odcieków na poziomie 1000–2000 mg/dm³ stanowią związki organiczne o stabilnej budowie, odpornej na rozkład biologiczny.

Typowym zjawiskiem przy oczyszczaniu odcieków była nityfikacja wysokich stężeń azotu amonowego do azotynów i azotanów, zachodząca bez zakłóceń nawet w obecności dużych ładunków związków organicznych. Jest to sytuacja niezgodna z powszechnie głoszonymi poglądami dotyczącymi procesu mikrobiologicznej nityfikacji. Warunkiem przebiegu nityfikacji była jednak

odporność tych związków organicznych na rozkład biologiczny. W sytuacji, gdy w odciekach znajdowały się związki organiczne podatne na biodegradację, nityfikacja była hamowana do czasu ich rozkładu. Bardzo ważnym zjawiskiem był brak wpływu toksycznego na bakterie nityfikacyjne tak odcieków z Siemianowic Śląskich, jak i z Dąbrowy Górniczej.

WNIOSKI

Odcieki, powstające podczas eksploatacji wysypisk odpadów stałych, stanowią poważne zagrożenie dla środowiska wodnego ze względu na duże obciążenie zarówno substancjami organicznymi, jak i związkami nieorganicznymi. Dodatkowo ich zmienny skład i różne w poszczególnych porach roku objętości powodują, że oczyszczanie tego rodzaju ścieków jest szczególnie utrudnione.

Przebadane odcieki z dwu różnych składowisk odpadów komunalnych wykazują znaczne podobieństwo składu. W obu przypadkach ChZT odcieków przez większą część roku jest niskie (w porównaniu z wartościami literaturowymi) i waha się w granicach 1000–2000 mg/dm³. Związki organiczne składające się na tak niskie ChZT są niepodatne na biodegradację, ale też nie są toksyczne w stosunku do bakterii nityfikujących. W okresach opadów atmosferycznych ChZT odcieków jest znacznie wyższe, a związki organiczne znajdujące się w tym czasie w odciekach łatwo ulegają rozkładowi na drodze biologicznej.

Obok trudno rozkładalnych związków organicznych odcieki zawierają znaczne ilości azotu amonowego, który wymaga wysokosprawnego procesu nityfikacji i denityfikacji w celu wyeliminowania azotu z odcieków. Przy niskich stężeniach ChZT w odciekach (1000–2000 mg/dm³) nityfikacja może być prowadzona bez znacznych zakłóceń. W przypadku wzrostu stężenia ChZT jego biodegradowalna część powoduje zahamowanie nityfikacji i wymaga, w celu jej rozkładu, przedłużenia czasu napowietrzania odcieków.

LITERATURA

- [1] Aleksandrowicz I., M. Walery: *Gospodarowanie odciekami na wysypiskach odpadów komunalnych*, Materiały konferencyjne IX Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej „Problemy gospodarki wodno-ściekowej w regionach rolniczo-przemysłowych”, Rajgród 1997, 405–412.
- [2] Bretschneider H., K. Löcher: *Taschenbuch der Wasserwirtschaft*, Paul Parey, Hamburg/Berlin 1993.
- [3] Bae J.-H., S.-K. Kim, H.-S. Chang: *Treatment of landfill leachates: ammonia removal via nitrification and denitrification and further COD reduction via Fenton's treatment followed by activated sludge*, Water Science & Technology, Vol. 36 (12), 341–348 (1997).
- [4] Edeline F.: *L'épuration des lixiviats de décharge*, Tribune de l'eau, 566 (6), 57–65 (1993).
- [5] Hermanowicz W., W. Dożańska, J. Dojlido, B. Koziorowski: *Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków*, Arkady, Warszawa 1976.

- [6] Harrington D.-W., J.-P. Maris: *The treatment of leachates: a UK perspective*, Water Pollution Control, 45–56, 1986.
- [7] Horan N.-J., H. Gohar, B. Hill: *Application of granular activated carbon-biological fluidised bed for the treatment of landfill leachates containing high concentrations of ammonia*, Water Science & Technology, Vol. 36 (2–3), 369–375 (1997).
- [8] Jędrzcak A.: *Ilość i skład chemiczny odcieków z wysypisk*, Materiały konferencyjne III Konferencji Szkoleniowej „Budowa bezpiecznych składowisk odpadów”, Wisła 1993, 49–60.
- [9] Leitzke O.: *Obróbka odcieków z wysypisk metodą fotochemicznego utleniania na mokro. Parametry projektowe, doświadczenia eksploatacyjne, wyniki analityczne*, Materiały konferencyjne VI Międzynarodowej Konferencji „Budowa bezpiecznych składowisk odpadów”, Wisła 26–28 lutego 1996, 27–48.
- [10] Maehlum T.: *Treatment of landfill leachate in on-site lagoons and constructed wetlands*, Water Science & Technology, Vol. 32 (3), 129–135 (1995).
- [11] Pleczyński J.: *Ocieki wysypiskowe – zagrożeniem i zanieczyszczeniem wód podziemnych*, Przegląd Komunalny, 7–8 (94–95), 31–33 (1999).
- [12] Praca zbiorowa PZITS w Poznaniu i LEM s.c. w Krakowie: *Poradnik eksploatatora oczyszczalni ścieków*, wydanie II, Poznań 1997.
- [13] Rosik-Dulewska C.: *Podstawy gospodarki odpadami*, Wydawnictwo Ekoinżynieria, Lublin 1999.
- [14] Stępniaak S.: *Odrowadzanie zanieczyszczonych odcieków z nowoczesnych składowisk odpadów*, Eko Problemy, 1, 10–12 (1998).
- [15] Szpadt R.: *Wysypiska odpadów komunalnych charakterystyka odcieków*, Biuletyn Informacyjny COIB „Budownictwo, Gospodarka Miejska”, 4, 72–76 (1988).
- [16] Timur H., I. Özturk: *Anaerobic treatment of leachate using sequencing batch reactor and hybrid bed filter*, Water Science & Technology, Vol. 36 (6–7), 501–508 (1997).
- [17] Żygadło M.: *Gospodarka odpadami komunalnymi*, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 1998.

Wpłynęło: 28 lipca 1999, zaakceptowano do druku 27 marca 2000.