

Ścieki powstałe przy produkcji chlorowanych węglowodorów zawierają wysokie stężenia aromatów, które wpierv trzeba odpędzić parą wodną i adsorbować, a dopiero potem ścieki doczyszczac biologicznie (98% red. ChZT i powyżej 99,5% red. BZT<sub>5</sub>) ale po oczyszczeniu wartość ChZT może wynosić jeszcze kilkaset g/m<sup>3</sup>.

W książce omawia się także mechaniczne doczyszczanie ścieków: na mikrositach, w klasycznych i segmenitowych filtrach piaskowych i tkaninowych. Stopień usuwania zawieszin wynosi ok. 70% i więcej, zaś ChZT i BZT<sub>5</sub> jest niższy i też związany ze stopniem usuwania tych pierwszych. Odwrócona osmoza i ultrafiltracja stosowane są wówczas, gdy wodę trzeba odzyskiwać.

Bardzo rzadko stosowana jest dezynfekcja ścieków miejskich, chociaż jest ona obligatoryjna dla ścieków szpitalnych, z rzeźni i innych zawierających patogeny. Dobre efekty daje jak wiadomo chlorowanie, ale w wyniku tego procesu powstają pochodne w tym także rakotwórcze. Ozon utlenia dobrze także substancje refrakcyjne, ale nie tworzy związków rakotwórczych. Ostatnio rozwinęła się też dezynfekcja promieniami ultrafioletowymi, ale jej skuteczność maleje ze wzrostem stężenia zawieszin w ściekach i nie dezaktywuje ona enzymów całkowicie, co prowadzi do ponownego rozwoju mikroorganizmów. Dezynfekcja ścieków lub osadów promieniami gamma jest wciąż jeszcze zbyt kosztowna.

Bakterie, wirusy, pasożyty robacze redukują się podczas biologicznego oczyszczania w poważnym stopniu. Ale procent redukcji, wynoszący 90—95% powoduje, że zagrożenie sanitarne nadal pozostaje otwarte i przenosi się do odbiornika, do którego ścieki się odprowadza. Jeżeli woda odbiornika ma służyć celom rekreacyjnym, rybacztwu, czy nawet jako źródło wody do picia, na zagadnienie końcowej dezynfekcji ścieków należy spojrzeć zupełnie inaczej. Należałoby właściwie (tak jak na przykład w optymalizacji dynamicznej Bellmana) iść od końca, a więc od odbiornika, określić jego cele i przeznaczenie wód, a następnie „licząc wstecz” sformułować oczekiwania pod adresem oczyszczalni i określić warunki odpływu gwarantowanego również pod względem jakości mikrobiologicznej. Dotyczy to też w pewnej mierze odpływu z przelewów burzowych.

Większość niepożądanych drobnoustrojów trafia ze ścieków do osadów ściekowych, ale stosowane procesy stabilizacyjne (w tym nawet długotrwała fermentacja metanowa w środowisku mezofilnym) nie gwarantują w 100 procentach ich unieszkodliwienia. Zawsze będą więc potrzebne dodatkowe operacje i przedsięwzięcia, mające na celu higienizację osadów tak, by można je było bez przeszkód wykorzystać rolniczo.

Sądzę, że w wystarczającym stopniu omówiono treść książki, mówiącej o nowszych, wysoce efektywnych metodach oczyszczania i dezynfekcji ścieków. Książka ta może być — w moim mniemaniu recenzenta — z powodzeniem wykorzystana jako materiał dydaktyczny na studiach podyplomowych inżynierii sanitarnej i do samodzielnego dokształcania się inżynierów sanitarnych pracujących zawodowo w dziedzinie technologii ścieków.

E. S. KEMPA

## BEZTLENOWE OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW I PRZERÓBKA OSADÓW

Praca zbiorowa: *Anaerobe Abwasser- und Schlammbehandlung — Biogas-technologie*, tom 36 Münchener Beiträge zur Abwasser-, Fischeri- und Flussbiologie, R. Oldenbourg Verlag München — Wien 1933, ss. 240, ISBN 3-436-27781-2, cena: 82,— DM.

Tlenowe, pełne biologiczne oczyszczanie ścieków jest dla większych oczyszczalni ścieków i jednostek osadniczych najbardziej właściwym rozwiązaniem, chroniącym skutecznie odbiorniki wód powierzchniowych przed zanieczyszczeniem. W małych czy bardzo małych jednostkach osadniczych, jedynym ekonomicznie znośnym rozwiązaniem będą natomiast procesy beztlenowe, które prawie że nie potrzebują energii z obcego źródła. I tak, jak dominują tlenowe procesy oczyszczania ścieków, tak również przeważają beztlenowe pro-

cesy przeróbki osadów ściekowych. Chodzi tu przede wszystkim o stabilizację łatwo rozkładalnych substancji, daleko idącą higienizację (przez zabicie bakterii chorobotwórczych i pasożytów) — by można było osad wykorzystać jako nawóz i środek poprawiający strukturę gleby. Dopiero w dalszej kolejności należałoby wymienić wykorzystanie gazu pofermentacyjnego, które w dobie braków surowcowych i energetycznych nabiera zupełnie nowego oblicza.

W dziedzinie stabilizacji osadów notuje się w ostatnich latach bardzo duże postępy. Dotyczy to zarówno kształtu i rozwiązań konstrukcyjnych WKF-ów, traktowanych jako reaktory o pełnym wymieszaniu, badań nad polepszeniem i przyspieszeniem rozkładu związków organicznych we wstępnym procesie termicznym lub tlenowym, wreszcie przez stosowanie wyższych temperatur procesu (fermentacja termofilowa). W niektórych referatach jest mowa o oczekiwanych zaletach i wadach.

Przy przeróbce odpadów rolniczych stawia się na pierwszym miejscu produkcję biogazu i jego energetyczne wykorzystanie, zaś częściowy rozkład substancji organicznej — z uwagi na istnienie odpowiednich alternatywnych — jest celem drugorzędym. Na produkcję biogazu należy wszakże spoglądać również z punktu widzenia ochrony środowiska i korzystnych kosztowo rozwiązań. W biogazie upatruje się (wraz z energią słoneczną i wiatru) rozwiązanie zaopatrzenia w energię małych, indywidualnych odbiorców. Z gospodarstwa rolnego o powierzchni 5—10 ha można w warunkach zachodnio-europejskich uzyskać taką ilość biogazu, że pokryje ona zapotrzebowanie na gotowanie, ciepłą wodę i na parowanie paszy. Zaś przy ok. 100 ha, energia z biogazu może pokryć w lecie 2/3 zapotrzebowania na energię ciągników, a w zimie zapotrzebowanie na ciepło mieszkania 4—5 pokojowego. Do procesów beztlenowych zalicza się też właściwie prowadzoną denitryfikację, chociaż i tutaj jak i poprzednio, proces zakłócają farmakologiczne dodatki do pasz i środki do dezynfekcji pomieszczeń hodowlanych. W granicznych przypadkach środki te są przyczyną całkowitego zaniku fermentacji. Istotną treścią książki jest współczesna teoria beztlenowego rozkładu substancji organicznej (cechy biochemiczne i mikrobiologiczne). Szczególną rolę odgrywa tu odwodornianie i obecność akceptorów wodoru. Z przyjmowanego już dość powszechnie 4-stopniowego rozkładu związków organicznych, limitującą jest faza acetogenna (trzeci etap z kolei), a w przypadku trudno rozkładalnych substratów może nią być dodatkowo również faza hydrolizy, pierwsza w tym szeregu. Jeden z autorów zajmuje się „odwiecznym” zagadnieniem kryteriów stabilizacji, nawiązując m. in. do znanej monografii H. Roedigera z roku 1967. Kolejny autor zastanawia się nad tym czy „biogaz” to aby nie odkrywanie na nowo starych procesów przez osoby spoza kręgu profesjonalistów (przecież jest to proces znany od ponad 100 lat) czy też nowa technologia, różniąca się w istotny sposób od procesu fermentacji metanowej? Tenże autor zestawia następnie względną częstotliwość stosowania komór fermentacyjnych w odniesieniu do wielkości jednostki osadniczej, obciążenia, czasów fermentacji osadów i jednostkowej wydajności gazu ( $m^3/m^3$  komory). Jak każdy współczesny proces technologiczno-produkcyjny, tak i proces fermentacji metanowej może być sterowany małymi komputerami o zadanym modelu matematycznym. Ów dynamiczny model dostosowuje się do znanej już kinetyki wielostopniowej rozkładu kompleksowych substancji organicznych i do możliwości automatyki sterowania.

Kolejny autor widzi dużą rolę denitryfikacji w eksploatacji oczyszczalni ścieków. Musi to być jednak proces rozwiązany planowo, gdyż inaczej będzie więcej kłopotów niż pożytku. Fermentację można też z powodzeniem stosować do oczyszczania ścieków z gorzelnicy i przetwórstwa melasy.

Stosunkowo często zapomina się, że w oczyszczalniach domowych przy małych lokalnych, również wykorzystuje się procesy fermentacyjne — w recenzowanym tomie znalazł się i na ten temat jeden rozdział.

Chcąc utrzymać recenzję w zwyczajowej objętości, wymienię tylko tematykę pozostałych artykułów-rozdziłów:

- postęp i rozwój w technologii fermentacji osadów ścieków miejskich,
- drogi prowadzące do zmniejszenia emisji w oczyszczalniach z procesem beztlenowym i przy usuwaniu osadów,
- doświadczenia z reaktorem beztlenowym o wznoszącym, pionowym przepływie (UASB) — Upflow Anaerobic Sludge Blanket-Reactor,
- dodatki do pasz i środki dezynfekcyjne — jako czynniki przeszkadzające w fermentacji metanowej odpadów rolniczych,
- aktualne możliwości i problemy związane z wytwarzaniem i wykorzystaniem gazu pofermentacyjnego w rolnictwie,
- beztlenowe oczyszczania ścieków z rzeźni,
- o budowie reaktorów procesów beztlenowych.

W Bawarii uzyskuje się średnio 10 m<sup>3</sup> gazu z 1 m<sup>3</sup> osadu surowego. Ale już można udokumentować, że opanowanie procesu doprowadziło do licznych usprawnień, modyfikacji procesu i do nowych rozwiązań — szczególnie gdy chodzi o przejście w przedział procesów termofilowych oraz o kombinację procesów tlenowo-beztlenowych.

W sumie czytelnik otrzymał nie tylko bardzo udaną pozycję z licznymi przykładami. Pozycja ta powinna bowiem stanowić podstawę nauczania na kursach dokształcających (poddyplomowych) dla inżynierów. Na bazie takiego właśnie kursu zresztą powstała.

E. S. KEMPA

## ZAOPATRZENIE W WODĘ

P. Grombach, K. Haberer, E. Trüeb: **Handbuch der Wasserversorgungstechnik**, R. Oldenbourg Verlag, München — Wien 1985, ss. VIII+1127, ISBN 3-486-26141-X, cena: 184,— DM.

Mamy tu dobry przykład zgromadzenia właściwie kompletu wiadomości z dziedziny zaopatrzenia w wodę (wodociągów) jeszcze w jednym, chociażby bardzo grubym tomie, gdyż liczy on ponad 1100 stron. Będzie to zapewne jedno z ostatnich takich wydań, zważywszy, że na przykład na szczegółowe omówienie inżynierii ścieków trzeba było aż siedem tomów po kilkaset stron każdy.

Już pobieżny przegląd spisu rzeczy nakazuje wyśtosowanie gratulacji i uznania do trzech tylko P.T. Autorów dzieła, za ich niewątpliwie ogromną pracę włożoną w recenzowany tu podręcznik. Jest w nim właściwie wszystko co potrzebne jest zarówno inżynierowi-praktykowi jak też i studiującemu przedmiot, a tytuły części i poszczególnych rozdziałów są tego potwierdzeniem.

**Część 1** — Podstawy: Cechy i właściwości wody, Podstawy hydrauliki, Hydrologia wód podziemnych, Występowanie i rodzaje wód.

**Część 2** — Technika zaopatrzenia w wodę: Ujęcia wód, Podnoszenie i transport wody, Uzdatnianie wód, Gromadzenie wód w zbiornikach, Rozprowadzanie wody, Urządzenia elektryczne, Technika pomiarów i sterowania, Wielkie systemy zaopatrzenia w wodę.

**Część 3** — Planowanie zaopatrzenia w wodę.

**Część 4** — Eksploatacja systemów zaopatrzenia w wodę.

**Część 5** — Zagadnienia ogólne: Książki, podręczniki, czasopisma, normy i wytyczne, wzory i oznakowania, spółki wodne.

Rozdział o cechach i właściwościach wody mógłby się znaleźć w każdym podręczniku chemii; to samo dotyczy hydrauliki, podanej w sposób bardzo przystępny, a jednocześnie wzbogaconej dość licznymi algorytmami. Bardzo obszernie omówiono różne typy ujęć wód: ujęcia na zboczach, ujęcia drenażowe, studnie wiercone i kopane, studnie z drenami poziomymi. We wszystkich przypadkach podano kryteria stosowania, a także niezbędne podstawy teoretyczne i sposoby obliczeń wraz z licznymi przykładami rozwiązań technicznych. Podobnie uszeregowany jest rozdział o pompach, o armaturze i przewodach.

Na około 220 stronach omawia się zagadnienia technologii i oczyszczania wód. Schematy urządzeń są tu — zdaniem recenzenta —