

Jednym ze starszych sposobów rozwiązywania problemu ścieków jest technologia oczyszczania ich w filtrze glebowym. W drugiej połowie XIX w. rozpoczęto w Anglii oczyszczanie ścieków bytowych na tzw. polach irygowanych. Wyznaczone pola zalewano ściekami, a żyjące w glebie mikroorganizmy likwidowały zanieczyszczenia. Jest to metoda bardzo efektywna, niekiedy jeszcze stosowana. Wymaga jednak dużych powierzchni pól (od 40 m² do 80 m² na jednego użytkownika) oraz określonego reżimu postępowania.

Postęp techniczny i dostępność taniej energii skłoniły do szukania nowych rozwiązań z zastosowaniem urządzeń technicznych. Główną zaletą tych rozwiązań było to, że zajmowały mało miejsca. W oczyszczalniach tego typu wykorzystuje się zazwyczaj metodę osadu czynnego i tlenowej stabilizacji osadu. Taki sposób oczyszczania ścieków wymaga dużych nakładów inwestycyjnych na konstrukcję i sterowanie, dużego zużycia energii, stałego składu ścieków oraz wysoko kwalifikowanej obsługi. Wymagania te sprawiają, że oczyszczalnie są ekonomicznie opłacalne dla dużych miejscowości.

W małych miejscowościach i na wsi potrzebne są oczyszczalnie nie wymagające stałego nadzoru i dopływu energii oraz odporne na ewentualne zakłócenia

Ekotechnologia w oczyszczaniu ścieków

MARCIN GAŚIOROWSKI

w dostawie i składzie ścieków. Przy opracowywaniu takiego rodzaju oczyszczalni pomocna okazała się ekotechnologia. Wykorzystuje ona fakt, że procesy biochemiczne w organizmach i ich oddziaływanie na zewnątrz są w naturalny sposób podporządkowane wzajemnym relacjom pomiędzy ożywionymi i nieożywionymi składnikami systemu. Jest to sieć wzajemnie powiązanych procesów i funkcji o zróżnicowanej strukturze poziomej, wewnętrznych cyklach regulacji i własnej dynamice. Przy technologicznym wykorzystaniu tych procesów ponosi się mniejsze nakłady na konstrukcję przy małym zużyciu energii. Procesy zachodzące w bioreaktorze charakteryzuje duża stabilność, nawet przy zmieniających się warunkach (tzw. sprzężenie zwrotne). Konieczna jest jednak duża różnorodność składników fizycznych, chemicznych i biologicznych, aby mogły zachodzić procesy zarówno rozkładu, jak i syntezy. Ważny jest też czynnik czasu,

gdyż szybkość reakcji jest zwykle niewielka; stąd zachodzi konieczność stosowania bioreaktora o dużej pojemności.

Najbardziej złożonym ekosystemem jest gleba. Miarą owej złożoności jest ilość występujących w niej gatunków żyjących we wzajemnej zależności. W obciążonej ściekami, przerośniętej korzeniami glebie występuje ok. 2000 gatunków bakterii i wiele dziesiątków tysięcy gatunków grzybów. Proces oczyszczania ekotechnicznego odbywa się w praktyce w ten sposób, że ścieki przepływają poziomo przez ścielnie odizolowane od podłoża złoża glebowe porośnięte najczęściej trzciną (*Phragmites communis*). Korzenie przerastające glebę do głębokości ok. 1,2 m zapewniają drożność złoża i tym samym stały przepływ ścieków. Tkanka powietrzna roślin (arenchyma) zaopatruje system korzeniowy w tlen. Gaz ten przenika do przestrzeni między korzeniami, gdzie mikroorganizmy wykorzystują go do tlenowego rozkładu zanie-

czyszczuć. Jednocześnie w pewnej odległości od włósników powstają obszary pozbawione tlenu, gdzie zachodzą reakcje beztlenowe. W całym złożu (3—5 m² złoża/RM) przebiegają równoległe reakcje łączenia się substancji zawartych w ściekach z różnymi związkami glebowymi oraz reakcje wytrącania się produktów tych reakcji.

Zastosowanie w złożu mineralów ilastych pozwala wykorzystać w procesie oczyszczania zjawisko adsorpcji. Duża powierzchnia czynna mineralów ilastych (1 g = 10—800 m²) wydłuża czas przebywania w reaktorze organicznych substancji hydrofobowych do wielu tygodni oraz doprowadza do ich miejscowego zagęszczenia aż do progu indukcji reakcji biochemicznych. Praktyczne działanie mineralów ilastych można przyrównać do funkcji katalizatorów.

W oczyszczalniach konwencjonalnych problemem jest usuwanie związków azotu powstających między innymi w wyniku rozkładu zawartych w ściekach białek. Konieczne jest dobudowywanie specjalnych komór denitryfikacyjnych. Przy zastosowaniu filtra glebowo-korzeniowego problem ten rozwiązuje się sam, gdyż w złożu zachodzi równoległe zarówno tlenowy rozkład białek, jak i beztlenowa redukcja azotanów do azotu cząsteczkowego. Podobnie rozwiązuje się problem fosforanów. W filtrze glebowo-korzeniowym dzięki zawartym w złożu związkom glinu, wapnia i żelaza, dochodzi w wyniku reakcji tlenowych i beztlenowych do wytrącania się nierozpuszczalnych związków fosforowych np. FePO₄. Niepotrzebne są dodatkowe urządzenia ani nakłady energetyczne.

Wyjątkową cechą ekotechnologicznej metody oczyszczania jest eliminacja związków siarki ze ścieków. W oczyszczalniach konwencjonalnych związki siarki utlenia się do siarczanów i w takiej postaci odprowadza do wód powierzchniowych, co w beztlenowych warstwach osadów dennych powoduje mobilizację związków fosforu, a tym samym wtórną eutrofizację zbiorników wodnych. Użycie filtra glebowo-korzeniowego pozwala na zredukowanie obciążenia odbiornika związkami siarki. Tlenowe i beztlenowe mikroorganizmy zasiedlające złożo doprowadzają związki siarki do stabilnej postaci atomowej, dość neutralnej dla środowiska.

W samych Niemczech istnieją setki oczyszczalni ścieków pracujących w oparciu o rozwiązania ekotechnologiczne. Duży jest zasięg ich zastosowania. Od obsługi kilku osób (domy jednorodzinne, gospodarstwa rolne) po zakłady przemysłowe (np. w Bielefeld 60 000 RLM). Znajdują zastosowanie przy zagospodarowaniu osadów ściekowych, rekultywacji jezior i ochronie wód powierzchniowych. Ze względu na stosunkowo niski koszt, dużą stabilność pracy, odporność na przeciążenie oraz nie spotykaną w innych rozwiązaniach wartość krajobrazowo-przyrodniczą rozwiązania ekotechnologiczne zasługują na szerszą popularyzację. □