

Mgr inż. Adam Świergolski
Nauczyciel dyplomowany
Zespół Szkół im. Ireny Kosmowskiej
w Suszu

Referat
z biotechnologicznego oczyszczania środowiska

Ochrona środowiska w przemyśle ziemniaczanym

Przemysł ziemniaczany w Polsce, którego zdolność przerobową ocenia się na około 1,6 mln ton ziemniaków w roku, produkuje głównie mączkę ziemniaczaną (krochmal), alkohol surowy, płatki ziemniaczane oraz produkty wytwarzane z półproduktów skrobiowych, np.: skrobia zmodyfikowana, dekstryna i syrop skrobiowy.

W procesie produkcji przemysł ziemniaczany zużywa około 15 m³ wody na tonę surowca, która odpływając w postaci ścieków zawiera 6-8% zanieczyszczeń ziemistych i około 3,6% rozpuszczalnych w stosunku do masy początkowej przerabianych ziemniaków. W przemyśle tym istnieje więc trudny problem dużej ilości ścieków i ich obciążenia dużym ładunkiem zanieczyszczeń pochodzenia glebowego i roślinnego. Ponadto przemysł ziemniaczany odprowadza ścieki głównie w jesienno-zimowej kampanii, co dodatkowo zwiększa potencjalne zagrożenie czystości odbiorników wodnych. Ilość odprowadzanych ścieków w przybliżeniu odpowiada zużyciu wody. W polskim przemyśle ziemniaczanym z krochmalni odprowadza się średnio około 15 m³

ścieków na tonę przerabianego surowca, przy czym wahanie tego wskaźnika w poszczególnych zakładach wynosi od 10,6 do 21,0 m³/t. Ilość odprowadzanych ścieków z produkowanych innych asortymentów wynosi: susze ziemniaczane – 112 m³/t, syrop – 47 m³/t, glukoza – 232 m³/t produktu.

Przemysł ziemniaczany w Polsce odprowadza 18-25 mln m³ ścieków niosących zanieczyszczenia organiczne w ilości około 30 tys. ton BZT₅, co równoważy ładunek odpowiadający ściekom od ponad 5 mln mieszkańców. Ponadto ścieki ziemniaczane zawierają duży ładunek związków biogenych.

W zakładach ziemniaczanych istnieją cztery główne źródła ścieków: ścieki sanitarne, technologiczne, opadowe i z hydrotransportu. Woda w hydrotransportie krąży zwykle w obiegu zamkniętym, z pewną formą oczyszczania, taką jak np. zbiornik sedymentacyjny i/lub sita. Zakłady mają zwykle oddzielny system zbierania, oczyszczania i usuwania ścieków sanitarnych lub przemysłowych. Większość ścieków pochodzi z działów produkcji podstawowej, szczególnie z hydrotransportu, systemów chłodzących, etapów obierania i mycia. Niektóre strumienie ścieków są oczyszczane i woda jest używana ponownie. Największe obciążenie ścieków pochodzi zwykle z systemu chłodzenia, gdzie, z powodu kontaktu pokrojonych ziemniaków z ciepłą wodą, duża ilość skrobi przechodzi do ścieków. Wypłukiwana skrobia warunkuje duże ładunki zanieczyszczeń w ściekach, w których wartości BZT₅ wahają się w granicach 3,100-5,700 mgO₂/l.

Szacuje się, że ścieki nieprodukcyjne stanowią małą część całkowitej ilości ścieków i zawierają małą ilość zanieczyszczeń. Pochodzą z mycia maszyn, z kotłowni oraz z pośrednich systemów chłodzenia (jeśli nie używa się zamkniętego obiegu wody). Oczyszczanie zmiękczonej wody przyczynia się do zwiększenia ilości substancji chemicznych, które mogą zostać regenerowane, ale które najczęściej trafiają do ścieków.

Ścieki charakteryzują się dużym stężeniem zawiesin, wysokim poziomem BZT, niskim pH oraz zwiększoną zawartością N i P (przypuszczalnie z pozostałości nawozów sztucznych używanych przy uprawie ziemniaków). Około 65-70% obciążenia może wystąpić w formie

rozpuszczonej. Ponadto niektóre ścieki mogą mieć wyższą temperaturę, np. ścieki z blanszowania lub chłodzenia.

Charakterystyka ścieków z zakładów przetwórstwa ziemniaków w Polsce zależy od rodzaju produktu. Na przykład ścieki z zakładu produkującego płatki ziemniaczane charakteryzują się następującymi wskaźnikami:

- ChZT	3400 mgO ₂ /l
- BZT ₅	800-2600 mgO ₂ /l
- Azot	30-40 mg/l
- Fosfor	4,7-7,6 mg/l
- pH	6

Stężenie zawiesiny ogólnej w granicach 2500 mg/l jest często spotykane w ściekach odprowadzanych z rynien spławiakowych. Inne typowe wskaźniki zanieczyszczeń w ściekach z hydrotransportu to:

- ChZT	3000-12000 mgO ₂ /l
- BZT ₅	1500-6000 mgO ₂ /l
- Potas	80-400 mg/l
- Fosfor	10-90 mg/l
- Azot	30-260 mg/l
- pH	5-6

Szacuje się, że około 80% zakładów ponownie używa wodę pochodzącą z transportu i mycia (obiekt półzamknięty lub zamknięty).

Ścieki z przetwórstwa (po odwirowaniu) mają następującą charakterystykę:

- ChZT	27000-56000 mgO ₂ /l
- BZT ₅	20000-35000 mgO ₂ /l
- Zawiesina ogólna	3600-9300 mg/l
- Substancje organiczne	3300-8700 mg/l

Jednym z głównych problemów stwarzanych przez ścieki przemysłowe jest wydzielanie przez nie nieprzyjemnych odorów jeśli przetrzymuje się je w otwartym zbiorniku. Przyczyną tego jest obecność organicznych substancji,

łatwo ulegających zagniciu. Ważne jest zatem jak najszybsze oczyszczanie lub usuwanie ścieków oraz zapewnienie zastosowania odpowiednich metod w czasie irygacji terenu, aby zapobiec ich gromadzeniu się.

W jednych zakładach zastosowano wstępne oczyszczanie polegające na neutralizacji, w innych stosuje się zbiorniki wyrównawcze. Woda używana do transportu w zamkniętym obiegu jest zwykle wstępnie oczyszczana przy pomocy krat i/lub osadników.

Uważa się, że ścieki pochodzące z zakładów przetwórstwa ziemniaków trudno poddają się oczyszczaniu biologicznemu, na przykład przez użycie osadu czynnego. Jest to wynikiem dużego obciążenia surowych ścieków substancją organiczną. Chociaż większość zakładów oczyszcza biologicznie ścieki sanitarne, dominującym sposobem pozbywania się ścieków przemysłowych jest irygacja, po wstępnym oczyszczeniu. System biologicznego oczyszczania ścieków przemysłowych przed odprowadzeniem ich do wód powierzchniowych został przyjęty przez niewielką liczbę zakładów.

Wiele zakładów szuka sposobów ulepszenia istniejących systemów oczyszczania ścieków, np. jeden z nowatorskich zakładów zasadził wierzby na nawadnianym polu, aby zapobiec gromadzeniu się w glebie składników biogennych, inny zakład używa ścieków do nawadniania okolicznego lasu.

Chociaż system irygacji podsuwa tani i łatwy sposób pozbywania się ścieków, związane są z tym następujące niebezpieczeństwa i problemy:

1. Potencjalny nadmierny wzrost ilości składników biogennych w glebie oraz możliwość ich przedostania się do wód gruntowych.
2. Konieczność starannego obliczenia ilości wylewanych ścieków, aby zapobiec ich gromadzeniu się, zwłaszcza w miesiącach zimowych, kiedy powierzchnia ziemi może być zamrznięta.
3. Konieczność posiadania dużej powierzchni ziemi.

Przeciętna redukcja ładunku w ściekach z zakładów wyposażonych w oczyszczalnie ścieków produkujących wyroby suszone wynosi 25% dla BZT i ChZT, a 55% dla zawiesiny ogólnej. Natomiast przeciętna redukcja ładunku w

ściekach odprowadzanych z zakładu produkującego skrobię odpowiednio 10% dla BZT₅ i ChZT oraz 55% dla zawiesiny ogólnej.

Ponieważ większość zakładów pracuje obecnie znacznie poniżej posiadanych mocy produkcyjnych, mogą pojawić się poważne problemy w przypadku wzrostu produkcji. Niekiedy problemy mogą wynikać z powodu niedostatecznej kontroli eksploatacyjnej oczyszczalni ścieków (brak odpowiednio wykwalifikowanych pracowników lub odpowiednich szkoleń). Ograniczony monitoring parametrów ścieków powoduje, że nie są znane optymalne warunki eksploatacji oczyszczalni.

Oczyszczanie ścieków poprzez irygację napotyka również na trudności: niska temperatura (zamarznięta gleba) warunkuje małe zrzuty ścieków w miesiącach zimowych oraz coraz większa konieczność usuwania składników biogennych w celu ochrony wód (co jest wynikiem zaostrzających się norm).

Z dniem 1 stycznia 2000 r. w ściekach odprowadzanych w ilości powyżej 2000 m³/d bezpośrednio do wód powierzchniowych, całkowita zawartość fosforu nie może być większa niż 1,5 mg/l, a zawartość BZT₅ większa niż 15 mgO₂/l. Będzie się również wywierać coraz większe naciski na zakłady, które usuwają ścieki na powierzchnię gruntu, aby zapewniły, że jakość wód powierzchniowych i gruntowych nie pogorszy się z powodu dostarczanego zwiększonego poziomu składników biogennych.

Usuwanie osadów nie stanowi zazwyczaj problemu. W wielu przypadkach rolnicy chętnie zabierają osady i stosują do wzbogacania ziemi. Zdarza się, że zakłady, które nie mogą pozbyć się osadów w ten sposób, usuwają je – jako nawóz – na własny teren.

Oprócz ścieków, powstających w zakładach przemysłu ziemniaczanego, poważnym zagrożeniem dla środowiska naturalnego są:

1. Odpady i osady ściekowe.
2. Emisja zanieczyszczeń do atmosfery.

Rodzaje i ilości produkcyjnych odpadów stałych różnią się w zależności od profilu produkcji. Ich główne rodzaje są następujące:

- Odpady stałe pochodzące z przetwarzania ziemniaków oraz pulpa i obierki. Odpady te mogą być sprzedane jako pasza, wykorzystane na kompost do użyźniania gleby, przefermentowane w produkcji alkoholu lub w rzadkich przypadkach usunięte na wysypisko śmieci. Składowanie tych odpadów może stanowić duży problem jeśli chodzi o generowane odory oraz wycieki powstające w czasie rozkładania się odpadów. Odpady stałe mogą zostać sprasowane, odwodnione i wysuszone przed sprzedażą.
- Odrzucone ziemniaki mogą być sprzedane gorzelniom lub rolnikom jako pasza.
- Popiół i żużel z kotłowni opalanych węglem może być sprzedany do budowy dróg.
- Ziemia okrzemkowa i węgiel aktywny, będące odpadami z produkcji syropu, są na ogół usuwane na wysypisko śmieci.
- Osady z oczyszczalni ścieków i osadników są zwykle używane jako nawóz. Odpady stałe z lagun osadowych mogą być ponownie przemieszczone na linie produkcyjne w celu odzyskania skrobi.
- Osady nieorganiczne i organiczne, tworzące się w ściekach z hydrotransportu i z mycia ziemniaków, osiągając ok. 10% pierwotnej masy surowców, mogą być odwodnione i użyte do wyrównania terenu, sprzedane w tym samym celu lub usunięte na wysypisko śmieci.
- Pyły usunięte z cyklonów pracujących przy różnych liniach produkcyjnych, np. przy produkcji skrobi technicznej, trafiają ponownie do przetworzenia.

Głównymi źródłami emisji zanieczyszczeń do atmosfery są:

- Kotłownie, szczególnie kotłownie opalane węglem, które jednocześnie są jedynymi źródłami emisji objętymi nadzorem. Nagminnie przekraczane są dozwolone ilości emitowanego do atmosfery tlenu węgla, dwutlenku siarki i cząstek stałych.

- Wydziały, wytwarzające produkty wysokoprzetworzone, które emitują do atmosfery opary chemiczne np. dwutlenek siarki przy suszeniu walcowym.

Jednym z najważniejszych problemów dotyczących ścieków z procesów przetwórczych jest ich tendencja do wytwarzania odoru, o ile są one pozostawiane w bezruchu lub przechowywane w basenach. Przyczyną wytwarzania odoru jest m. in. gnicie substancji organicznych. Dlatego ważne jest, aby ścieki były oczyszczane lub usuwane najszybciej jak to możliwe, jak również pilnowanie przestrzegania dopuszczalnych dawek przy irygacji ścieków na polach, aby nie dochodziło do tworzenia się basenów (zastoin). Do innych problemów, związanych z kwestią oczyszczania ścieków i systemami irygacji, należą: niskie temperatury, będące powodem zmniejszenia tempa oczyszczania w miesiącach zimowych, a także konieczność coraz skuteczniejszego usuwania resztek biogenów, co jest niezbędne dla ochrony wód powierzchniowych, wrażliwych na ten rodzaj zanieczyszczeń.

Głównymi metodami oczyszczania biologicznego, stosowanymi w przemyśle ziemniaczanym, są oczyszczanie tlenowe i beztlenowe, z lub bez usuwania biogenów, a następnie rozprowadzenie na polach. Przed zastosowaniem obydwu tych technologii ścieki poddaje się z reguły oczyszczaniu wstępnemu, które następuje jeszcze na etapie poszczególnych strumieni ścieków.

Oczyszczanie wstępne

W większości zakładów stosuje się różne procesy wstępnego oczyszczania poszczególnych strumieni ścieków, obejmujące między innymi neutralizację, cedzenie i uśrednianie. Ustalenie, z jakich źródeł pochodzą ścieki o największej i o najbardziej zróżnicowanej koncentracji zanieczyszczeń, umożliwia wybranie najbardziej efektywnych i ekonomicznych miejsc, w których należy zainstalować urządzenia do oczyszczania wstępnego. Źródła takie ustala się poprzez prowadzenie w szerokim zakresie regularnego monitoringu wszystkich strumieni ścieków wytwarzanych przez dany zakład.

Uśrednianie/neutralizacja

Neutralizacja ścieków może być szczególnie ważna w tych zakładach, w których w procesie mechanicznego obierania ziemniaków dodawany jest wodorotlenek sodowy (co w Polsce nie jest powszechnie przyjętą praktyką) oraz w zakładach, w których produkowana jest skrobia modyfikowana. Neutralizacji dokonuje się na ogół poprzez stosowanie stałego monitoringu kwasowości ścieków i automatyczne dawkowanie czynnika neutralizującego. Uśrednianie ścieków odbywa się zazwyczaj przed cedzeniem przez główne sita. Z kolei w niektórych przypadkach większe ciała stałe usuwane są przy pomocy krat jeszcze przed zbiornikami wyrównawczymi. Czasami w zbiornikach wyrównawczych instaluje się mechaniczne urządzenia do mieszania cieczy, których zadaniem jest zapobieganie rozwojowi bakterii beztlenowych.

Cedzenie i usuwanie piasku

Wychwytywanie większych zanieczyszczeń oraz filtracja ścieków są ważnym etapem oczyszczania ścieków z zakładów produkujących skrobię ziemniaczaną. Jest to szczególnie ważne w tych zakładach, w których praktyki wewnętrznego zagospodarowania odpadów są nieskuteczne, w wyniku czego znaczne ilości cząstek stałych, łupin ziemniaczanych i kawałków pociętych ziemniaków dostają się do wspólnego kolektora strumieni ścieków. Cedzenie przez kraty i sita pozwala na odzyskiwanie ze ścieków dużych i drobniejszych cząstek stałych, które można następnie przetwarzać na pewne produkty uboczne, w zależności od realizowanego przez dany zakład programu zagospodarowania odpadów. Biorąc pod uwagę charakter ciał stałych wytwarzanych w procesach produkcyjnych i przetwórczych, w celu maksymalnego ograniczenia ilości zawiesin i wskaźnika ChZT w ściekach, najczęściej wskazane jest stosowanie krat i sit o prześwicie oczek od średnich do bardzo gęstych. W niektórych zakładach używa się zespół sit, zainstalowanych w kolejności od rzadkich do gęstych, co pozwala na kolejne wychwytywanie ciał stałych różnej wielkości. Kraty są najczęściej podłużne i

wyposażone są w mechanizm automatycznego oczyszczania. Sita gęste występują w wersjach: obrotowej, wibrującej i statycznej.

Usuwanie piasku odbywa się z reguły przy użyciu tradycyjnych kanałów o stałej prędkości przepływu. Coraz większe zastosowanie znajdują nowsze i bardziej skomplikowane systemy typu vortex.

Oczyszczanie pierwszego stopnia

Oczyszczanie pierwszego stopnia, mające na celu usuwanie ze ścieków zawieszin, obejmuje zazwyczaj sedymentację, odzyskiwanie skrobi oraz, ewentualnie, flotację powietrzną.

Sedymentacja i odzyskiwanie skrobi

Ścieki prowadzone były poprzez wstępny zbiornik sedymentacyjny, następnie odbywało się usuwanie włókien przy użyciu sita wibrującego o średnicy oczek 100 mikrometrów. Ścieki zawierające jeszcze część rozpuszczonej skrobi, zawieszanej w cieczy, wprowadzane były w wolnym tempie do dwóch wież sedymentacyjnych w formie ustawionych pionowo cylindrów. Prędkość napływu była mniejsza niż tempo sedymentacji najmniejszych granulek skrobi.

Wieże sedymentacyjne miały wysokość 12 m i średnicę 1,1 m. Aby nie dochodziło do zaburzeń, wlot ścieków znajdował się w środku każdego zbiornika, stycznie do jego ścian. Skoncentrowana zawiesina skrobiowa usuwana była z dna zbiorników i przeznaczana do przetwarzania na cukier i etanol. Pozostałe ścieki kierowano następnie do oczyszczania biologicznego.

Oczyszczanie tlenowe

Ze względu na znaczną koncentrację składników organicznych, ścieki pochodzące z zakładów ziemniaczanych są podatne na oczyszczanie biologiczne metodą tlenową. Systemy tego typu są z reguły odpowiednie do oczyszczania ścieków z procesów przetwórstwa podstawowego ziemniaków, które często cechują się mniejszą zawartością zanieczyszczeń organicznych niż ścieki z procesów przetwórstwa wtórnego. Główną przyczyną problemów

przy oczyszczaniu tlenowym jest rozwój bakterii nitkowatych, co powoduje pęcznienie osadu i w efekcie słabe osiadanie i wynoszenie kłaczków. Ponadto, ze względu na znaczne stężenie zanieczyszczeń organicznych, koszty napowietrzania w pewnych sytuacjach okazują się tak wysokie, że stosowanie tej metody jest zbyt drogie.

Dodatkowym ograniczeniem zakresu zastosowania urządzeń do oczyszczania metodą tlenową jako głównego systemu oczyszczania ścieków jest to, że w biologicznym procesie tlenowym występuje pewien nieprzekraczalny limit pojemności, do którego system może być obciążony, co bezpośrednio wyznacza, jaki obszar ziemi potrzebny jest dla procesu oczyszczania. Jeżeli zakład nie dysponuje odpowiednio dużym terenem na ten cel, może to stanowić poważną przeszkodę. Natomiast jeżeli wykorzystuje się omawiane systemy nie przekraczając nominalnego obciążenia, można uzyskać dużą skuteczność oczyszczania i ścieki wysokiej jakości.

Osad czynny

Stwierdzono, że oczyszczalnie ścieków działające na zasadzie osadu czynnego nadają się do skutecznego oczyszczania ścieków zawierających rozcieńczoną skrobię. Metoda ta stosowana była na przykład do oczyszczania ścieków z zakładu produkcji skrobi kukurydzianej w Stanach Zjednoczonych, gdzie wielkość strumienia wynosiła 2500 m³ na dobę, przy stosunkowo niskim obciążeniu strumienia napływającego, wynoszącej 3000 mgO₂/l ChZT i 700 mg/l suchej masy. Kolejność faz oczyszczania obejmowała: osad czynny (czas zatrzymania 48 godzin), sedymentację wtórną, napowietrzanie w dwóch kolejnych lagunach (czas zatrzymania 16 dni) i chlorowanie. Nie stosowano wstępnego oczyszczania. Ścieki po oczyszczeniu charakteryzowały się następującymi wskaźnikami: 35 mgO₂/l BZT₅, 266 mgO₂/l ChZT i 170 mg/l suchej masy (zawartość suchej masy była znaczna z powodu rozwoju glonów w lagunach).

Proces biosorpcji

Technika biosorpcji jest adaptacją tradycyjnego procesu osadu czynnego, podobną do stabilizacji kontaktowej osadu. Aktywna biomasa szybko usuwa rozpuszczalny substrat reakcji w początkowym okresie kontaktu biomasy ze ściekami. Po początkowym kontakcie biomasa jest oddzielana od ścieków i poddawana reaktywacji w osobnym zbiorniku przez okres od 2 do 12 godzin. System ten zapobiega pęcznieniu osadu i daje lepszą charakterystykę jego osadzania się. Przypuszcza się, że ze względu na warunki substratu w komorze kontaktowej bakterie tworzące kłaczkę są w korzystniejszej sytuacji niż bakterie nitkowate.

Sekwencyjne reaktory masy (SRM)

Inną metodą adaptacji tradycyjnej technologii osadu czynnego jest sekwencyjny reaktor masy (SRM). Dzięki takiej adaptacji można rozwiązać problemy związane z dużą zawartością zanieczyszczeń rozpuszczalnych w ściekach i z pęcznieniem osadu. System ten może być z powodzeniem zastosowany do oczyszczania ścieków z zakładów mleczarskich jak również ścieków z zakładów produkcji skrobi.

Oczyszczanie beztlenowe

Technika oczyszczania ścieków z zakładów produkujących skrobię ziemniaczaną poprzez fermentację beztlenową jest bardziej rozpowszechniona od oczyszczania metodą tlenową. Oczyszczanie beztlenowe ma szereg potencjalnych przewag nad oczyszczaniem tlenowym; są to m. in. przewagi następujące:

- większa odporność na napływ ścieków o większej koncentracji zanieczyszczeń i większym zróżnicowaniu,
- mniejszy pobór energii,
- wytwarzanie mniejszej ilości osadów,
- wytwarzanie przydatnego produktu ubocznego, gazu metanowego.

Trudnością wiążącą się ze stosowaniem komór fermentacji beztlenowej jest konieczność buforowania współczynnika pH zawartości reaktora, gdyż w

przeciwnym razie współczynnik ten mógłby ulec obniżeniu z powodu powstawania dwutlenku węgla w procesie fermentacji. W celu otrzymania metabolizmu biomasy konieczne jest utrzymywanie współczynnika pH na stałym, optymalnym poziomie. Stwierdzono, że powstawanie dwutlenku węgla jest problemem we wszystkich zakładach branży ziemniaczanej. Zjawisko to jest wynikiem składu chemicznego ścieków i znacznej zawartości skrobi w ściekach. Dodawanie do ścieków substancji chemicznych w celu doprowadzenia do prawidłowej pojemności buforowej może się wiązać z poważnymi kosztami operacyjnymi. Na przykład, jeżeli reaktor działa przy współczynniku pH 7, z 30% zawartością dwutlenku węgla powstałego w wyniku działania mikroorganizmów (oddychanie), konieczne jest dodanie 1500 mg/l CaCO_3 . W wielu przypadkach najtańszym źródłem zasadowości jest amoniak, ale środek ten może powodować problemy, jeżeli obowiązują niskie limity zawartości azotu w odprowadzanych ściekach. Można również wykorzystywać do tego celu wodorotlenek sodowy.

Stwierdzono także inne potencjalne problemy, m. in. długi okres rozruchu niektórych systemów oczyszczania beztlenowego w stosunku do krótkiego sezonu kampanii produkcyjnej. Trudność ta dotyczy w szczególności reaktora typu UASB. Problemu tego można jednak uniknąć dzięki prawidłowemu zaprojektowaniu i prawidłowej eksploatacji urządzeń, co zostało udowodnione przez zastosowanie tej metody w innych branżach przemysłu spożywczego.

Mimo potencjalnych trudności związanych z funkcjonowaniem skomplikowanych systemów oczyszczania beztlenowego, są one stosowane na całym świecie. Jedną z oczyszczalni w Hiszpanii, oczyszczającą wody spławiakowe, ścieki technologiczne i ścieki sanitarne, przerabia w ciągu doby 2500 m³ ścieków o typowej wartości ChZT wynoszącej 4000 mgO₂/l. System oczyszczania składa się z dwóch stawów uśredniających (gdzie ma miejsce także wstępne zakwaszenie), z UASB i z małego stawu oczyszczania trzeciego stopnia. Sprawność tego typu reaktora wynosi około 97% ładunku ChZT.

Uruchomienie reaktora, które w przypadku zastosowania UASB, trwa do dwóch miesięcy, jest dokładnie nadzorowane. Reaktor pracuje pełną mocą w czasie kampanii, a po jej zakończeniu system funkcjonuje nadal w niskich temperaturach przez 120 dni, oczyszczając ścieki zmagazynowane w stawach. W okresie letnim reaktor nie działa. W momencie uruchomienia początkowy przepływ stanowi 30 % wydajności maksymalnej i zwiększany jest codziennie o 5 %. W tym czasie stosowana jest pompa recyrkulacyjna dla homogenizacji zawartości reaktora i umożliwienia optymalnego kontaktu mikroorganizmów z substratami. Linia recyrkulacji jest podgrzewana. Dzięki temu uruchomienie reaktora do pełnej zdolności trwa dwa tygodnie.

Dodatkowy potencjalny problem, związany z oczyszczaniem metodą beztlenową, polega na tym, że chociaż skuteczność usuwania składników organicznych sięga w zasadzie 85%, przy oczyszczaniu bardziej skoncentrowanych ścieków rzadko udaje się osiągnąć wystarczająco dobrą jakość ścieków, by było możliwe ich odprowadzanie do wód powierzchniowych lub recyrkulacja. W takiej sytuacji może być konieczne zastosowanie dodatkowych faz oczyszczania.

Połączenie metody tlenowej i beztlenowej

Ograniczoną przydatność samodzielnych systemów oczyszczania metodą tlenową i beztlenową można zwiększyć przez połączenie tych systemów. Koncepcja połączenia procesu tlenowego z procesem beztlenowym w celu oczyszczania ścieków mocno skoncentrowanych ma szereg istotnych zalet:

1. W procesie beztlenowym, służącym jako proces oczyszczania wstępnego, ze ścieków usuwa się niedużym kosztem znaczną część zanieczyszczeń.
2. W procesie tlenowym, stosowanym jako faza końcowa, oczyszczane są ścieki cechujące się już znacznie mniejszą zawartością składników organicznych, co umożliwia wypuszczanie oczyszczonych ścieków o wysokiej jakości.
3. Pobór energii jest mniejszy.

4. W procesie tym wytwarza się mniej osadu.
5. Do oczyszczania tym systemem potrzeba terenu o mniejszej powierzchni.

Stopień oczyszczenia ścieków uzyskiwany w zakładach w Polsce jest niski w porównaniu z sytuacją panującą w analogicznym przemyśle międzynarodowym. Oczyszczanie ścieków ogranicza się w znacznym stopniu do faz oczyszczania wstępnego i podstawowego, po których stosuje się irygację ścieków, natomiast jedynie w niewielkiej części zakładów wykorzystuje się ponadto systemy wtórnego oczyszczania ścieków. W wyniku słabego stopnia oczyszczenia jakość odprowadzanych ścieków nie spełnia takich norm, jakie spełniają ścieki odprowadzane w krajach bardziej dbających o ochronę środowiska.

Literatura

1. Biernacka E.: Problemy oczyszczania ścieków w środowisku leśnym. IBL, Warszawa, 1999.
2. Boruch M.: III Letnia Szkoła Skrobiowa. Poznań, 1991.
3. Cavey A.: Ochrona środowiska w przemyśle ziemniaczanym. PWZS, Warszawa, 1998.
4. Kutera J.: Wykorzystanie ścieków przemysłu ziemniaczanego w rolnictwie. Talenty, 1985.
5. Leman J.: Biotechnologia żywności. Pod redakcją W. Bednarskiego i A. Repsa. WNT, Warszawa, 2001.