

Stanisław JURKIEWICZ,
Helena KOŚCIELNIAK,
Jan SIKORA

WPLYW CZASU ZAGĘSZCZANIA OSADU CZYNNEGO NA JEGO AKTYWNOŚĆ BIOCHEMICZNĄ

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań nad wpływem czasu przebywania osadu czynnego w warunkach beztlenowych na jego aktywność biochemiczną wyrażoną poprzez aktywność enzymatyczną, szybkość zużycia tlenu oraz dynamikę biodegradacji substratów organicznych. Określono również wpływ wstępnego napowietrzania na aktywność osadu zagęszczonego w dłuższych okresach czasu. Badania prowadzono dla osadu czynnego pochodzącego z Oczyszczalni Ścieków Miejskich w Pyskowiecach, hodowanego w zakresie sposobu uproszczonego i konwencjonalnego. Stwierdzono, że osad ten wykazywał dużą odporność na warunki deficytu tlenu i pokarmowego, a wzrost obciążenia substratowego osadu powodował szybszą utratę biochemicznej aktywności w warunkach przedłużonego zagęszczania. Wstępne napowietrzanie w czasie 1-2 godzin osadu zagęszczonego wcześniej w okresie do 24 godzin powodowało odzyskanie a nawet wzrost jego aktywności. Wyniki powyższych badań nie obalają stwierdzeń innych badaczy odnośnie tego, że długotrwałe zaleganie osadu czynnego w osadniku wtórnym wpływa ujemnie na pracę komór napowietrzania ale zwracają uwagę na konieczność indywidualnego potraktowania tego zagadnienia w zależności od parametrów pracy oczyszczalni ścieków.

Jednym z najbardziej wrażliwych elementów układu technologicznego do oczyszczania ścieków metodą osadu czynnego są osadniki wtórne, których sprawność działania rzutuje na efektywność pracy całej oczyszczalni.

Przy oczyszczaniu ścieków metodą osadu czynnego osadniki wtórne spełniają dwie podstawowe funkcje:

- 1) możliwie najpełniejsze oddzielenie osadu czynnego od ścieków oczyszczonych, tak aby w odpływie z oczyszczalni ilość zawieszin była minimalna,
- 2) zagęszczenie osadu czynnego przed jego powrotem do komory napowietrzania.

Istotne jest, aby w okresie między odprowadzeniem osadu czynnego z komory napowietrzania a jego powrotem do tej komory jakość osadu nie ulegała pogorszeniu. Ponieważ w czasie oddzielania i zagęszczania osad nie jest napowietrzany, to czas jego przebywania w osadniku wtórnym powinien być możliwie najkrótszy. Na ten temat spotyka się jednak różne sugestie w literaturze fachowej. Baziakina [1] podaje, że maksymalny czas przebywania osadu czynnego w warunkach beztlenowych nie powinien być dłuższy niż [15] minut. Również doświadczenia Ridenoura i Hendersona wykazują pogarszanie

się jakości osadu recyrkułowanego, przetrzymywanego przez dłuższy czas w osadniku wtórnym. Natomiast z pracy Westgartha i współautorów [1] wynika, że 4,5-6 godzinna anaerobioza osadu czynnego nie wpływała szkodliwie na proces oczyszczania ścieków w komorze napowietrzania.

Istotny jest również problem wstępnego napowietrzania osadu czynnego w celu przywrócenia jego pierwotnej aktywności po dłuższym przebywaniu w warunkach beztlenowych.

Molder i Ennet [2], którzy zajmowali się tym problemem dla małych oczyszczalni ścieków, stwierdzili, że 1-dniowe napowietrzanie osadu czynnego przywraca jego poprzednią zdolność biodegradowalną, obniżoną 1-3-dniową przerwą w napowietrzaniu. Natomiast po 7-dniowej przerwie proces oczyszczania może być przywrócony po 3-4 dniach aeracji.

Szulcioka [3] przestrzega natomiast przed możliwością rozpadu osadu wywołanego długotrwałą zmianą warunków tlenowych w jego hodowli.

Cel, zakres i metoda badań

Zasadniczym celem wykonanej pracy było przebadanie w skali laboratoryjnej wpływu czasu zagęszczenia osadu czynnego na jego aktywność biochemiczną na przykładzie osadu czynnego pochodzącego z Oczyszczalni Ścieków Miejskich w Pyskowiecach. Metody pomiaru aktywności opierały się na pomiarze szybkości zużycia tlenu w procesie biodegradacji, wykonanym sondą tlenową oraz dynamice biochemicznego rozkładu substratu. Pomiarów zużycia tlenu dokonano przy stałym początkowym stężeniu tlenu oraz przy zbliżonej do siebie ilości zawiesiny osadu czynnego. Aktywność substratową osadu przed i po zagęszczeniu określano przy podobnym obciążeniu substratowym. Wymienione metody pomiaru aktywności osadu zagęszczonego były częściowo uzupełnione oznaczeniem ilości dehydrogenaz biorących udział w utlenianiu substancji zawartych w oczyszczonych ściekach. Osad czynny z oczyszczalni ścieków w Pyskowiecach był ciekawym obiektem obserwacji ze względu na jego własności oraz działanie osadników wtórnych w tej oczyszczalni. O ile bowiem usunięcie ładunku substancji organicznej sięga 87,5%, to średnia ilość usuwanej zawiesiny wynosi tylko 47,6% przy 1,9-godzinym czasie zatrzymania ścieków w osadniku wtórnym [4]. Indeks objętościowy osadu wynosił zwykle 200-300 cm³/g, osad był lekki, drobny, trudno zagniwał. Obraz mikroskopowy osadu był prawidłowy.

Przywieziony osad czynny hodowano w warunkach laboratoryjnych w zakresie sposobów uproszczonych i konwencjonalnych przy obciążeniu substratowym 0,04 - 0,3 g ChZT/gsmo.d.

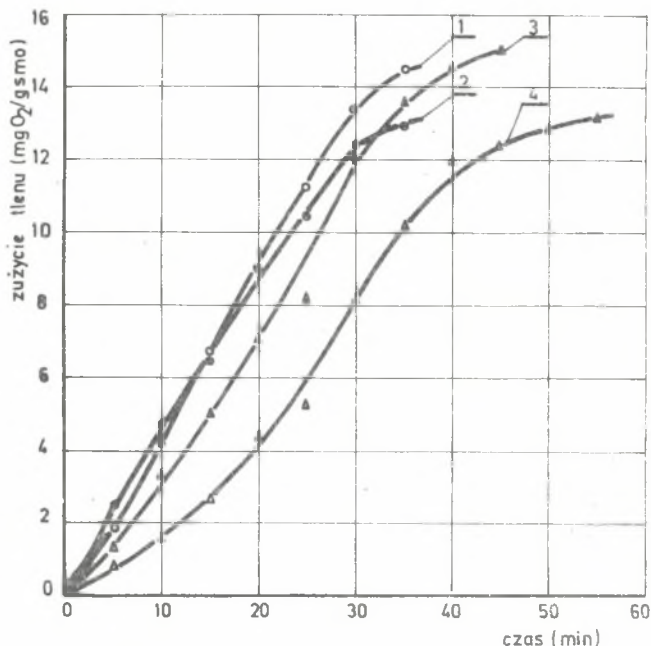
W badaniach właściwych pobrane każdorazowo z komory hodowlanej określone ilości osadu czynnego poddawano zagęszczeniu przez różne okresy czasu (od 2 godzin do 10 dni), a następnie określano jego aktywność podanymi wy-

też metodami oraz badano wpływ 1-2-godzinnej aeracji wstępnej na przywrócenie początkowej aktywności osadu.

Przebadano również jak zachowuje się ten osad ozynny napowietrzany w dłuższych okresach czasu w warunkach głodu substratowego.

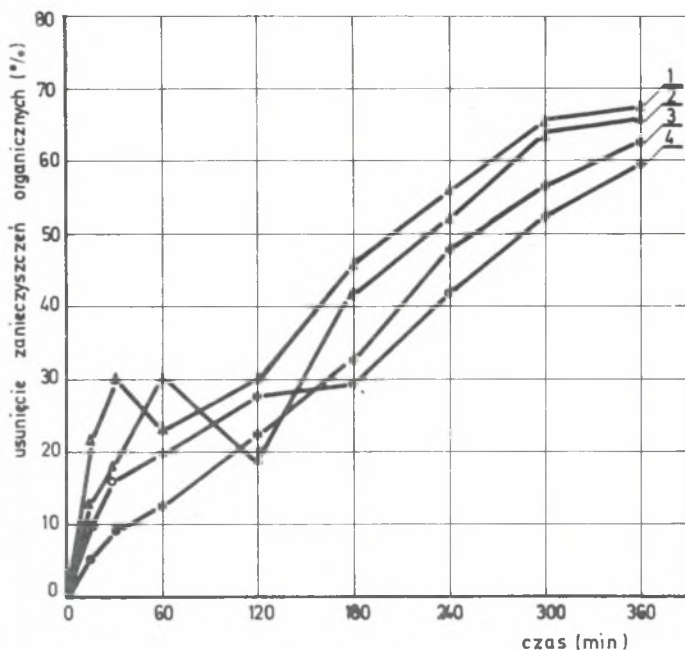
Wyniki badań

Spśród wykonanych wielu serii badań uzyskane wyniki prezentują przykładowo wybrane zależności przedstawione na rys. 1-6.



Rys.1. Zużycie tlenu przez osad ozynny poddany różnym czasom zagęszczenia (1 - osad pobrany bezpośrednio z komory, 2 - osad po 4 godz. zagęszczenia, 3 - osad po 24 godz. zagęszczenia, 4 - osad po 48 godz. zagęszczenia)

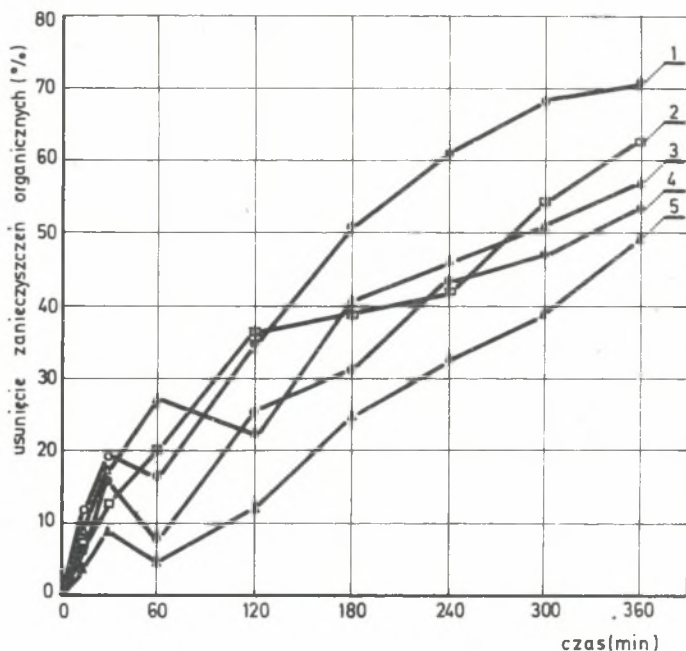
Rysunek 1 przedstawia zużycie tlenu przez osad ozynny poddany zagęszczeniu w okresie 4, 24 i 48 godzin, w stosunku do osadu pobranego bezpośrednio z komory napowietrzania. Na podstawie przeprowadzonych badań zaobserwowano, że osad ten hodowany przy średnim obciążeniu 0,11 g ChZT/g smo.d po 2, 4 a nawet 8 godzinach odstawania nie wykazywał zasadniczych różnic w zużyciu tlenu w stosunku do osadu przed zagęszczeniem. Wyraźnie wolniej-



Rys. 2. Dynamika procesu biodegradacji ścieków syntetycznych przez osad czynny poddany różnym okresom zagęszczenia i wstępnego napowietrzania w celu jego uaktywniania (osad hodowany przy obciążeniu $0,11 \text{ g ChZT/gsmo}$): 1 - osad po 24 godz. zagęszczenia i po 2 godz. napowietrzania, 2 - osad po 24 godz. zagęszczenia i po 1 godz. napowietrzania, 3 - osad pobrany bezpośrednio z komory, 4 - osad po 24 godz. zagęszczenia

szne zużycie tlenu przez badany osad widoczne było dopiero po 24 i 48 godzinach zagęszczenia.

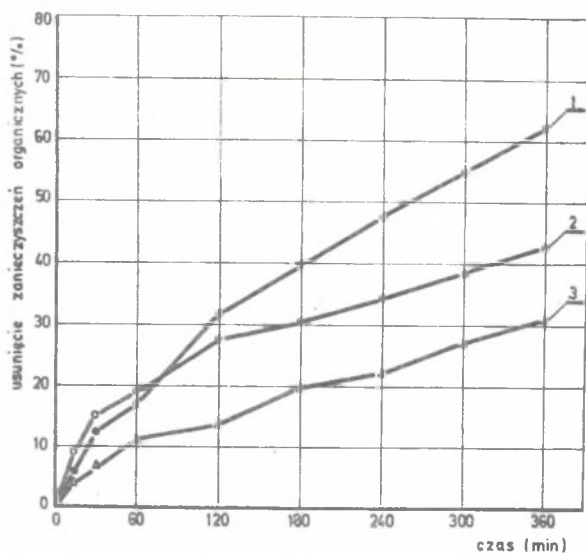
Badania te zostały potwierdzone przez wykonanie dynamiki procesu biodegradacji substratów organicznych przez osad czynny zagęszczony w okresie od 24 godzin do 10 dni. Rysunek 2 przedstawia przykładową dynamikę dla osadu pobranego bezpośrednio z komory, a następnie zagęszczonego w czasie 24 godzin oraz poddanego jedno- i dwugodzinnej aeracji po zagęszczeniu. Osad po 24-godzinnej sedymentacji pracował nieco gorzej aniżeli osad hodowany, ale poddany 1-godzinnej aeracji napowietrzaniu odzyskiwał utraconą aktywność. W kolejnych seriach badań wydłużono czas zagęszczenia osadu. Efekt biodegradacji osadu zagęszczonego przez 3 doby był o około 10% gorszy od wyniku biodegradacji osadu hodowanego, a dwugodzinna wstępna aeracja dawała już nie-



Rys. 3. Dynamika procesu biodegradacji ścieków syntetycznych przez osad czynny poddany różnym okresom zagęszczania i wstępnego napowietrzania w osłu jego uaktywnienia (osad hodowany przy obciążeniu 0,075 g ChZT/gsmo.d)
 1 - osad pobrany bezpośrednio z komory, 2 - osad po 7 dobach zagęszczania i 2 godz. napowietrzania, 3 - osad po 10 dobach zagęszczania i 2 godz. napowietrzania, 4 - osad po 7 dobach zagęszczania, 5 - osad po 10 dobach zagęszczania

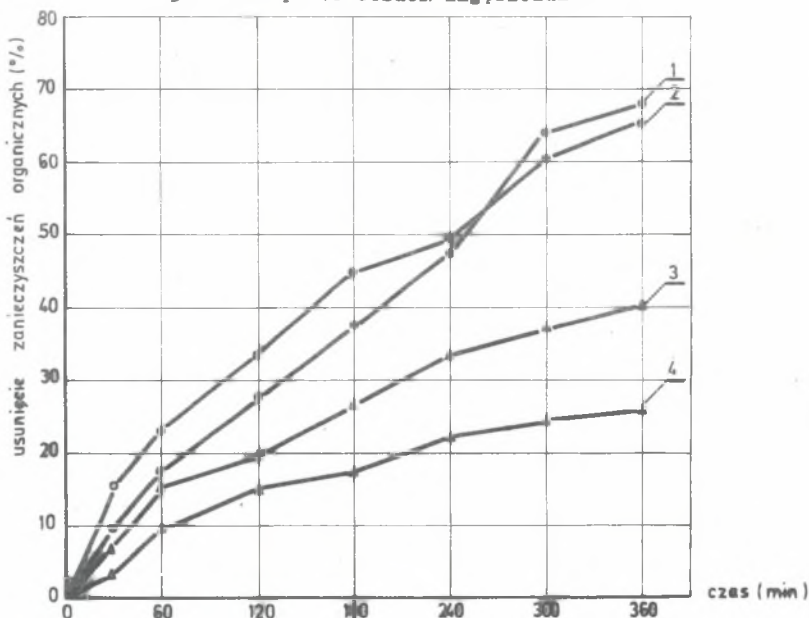
wielką poprawę jego działania. Znaczne pogorszenie pracy osadu następowało stopniowo po 5, 7 i 10 dobach jego zagęszczania, co przedstawia rys. 3. Mimo tak długiego czasu zagęszczania i widocznych już zmian fizycznych osadu nie utracił on zdolności do biodegradacji. Po 10-dobowym zagęszczeniu w ciągu 6 godzin biodegradacji osad rozłożył 50% całkowitego ładunku zanieczyszczeń. Dwugodzinne napowietrzanie tego osadu umożliwiło 10-procentową poprawę jego aktywności. Wzrost obciążenia substratowego hodowanego osadu czynnego do 0,3 g ChZT/gsmo.d zmniejszył jego odporność na długotrwałe zagęszczanie, co przykładowo przedstawiono na rys. 4. Po 7 dobach zagęszczania osadu obniżenie jego aktywności substratowej wynosiło niemal 30%, a po 10 dobach wynosiło już 50%.

Rysunek 5 przedstawia natomiast dynamikę biodegradacji osadu napowietrzanego przez 3, 5 i 7 dni w warunkach głodu substratowego. Po 3 dobach stabilizacji tlenowej osad wykazywał zdolność do rozkładu substratu tylko nieznacznie niższą od osadu hodowanego, natomiast dalsze przedłużenie okresu



Rys. 4. Dynamika procesu biodegradacji ścieków syntetycznych przez osad czynny poddany różnym okresom zagęszczania (osad hodowany przy obciążeniu 0,30 g ChZT/gsmo.d)

1 - osad pobrany bezpośrednio z komór, 2 - osad po 7 dobach zagęszczania, 3 - osad po 10 dobach zagęszczania

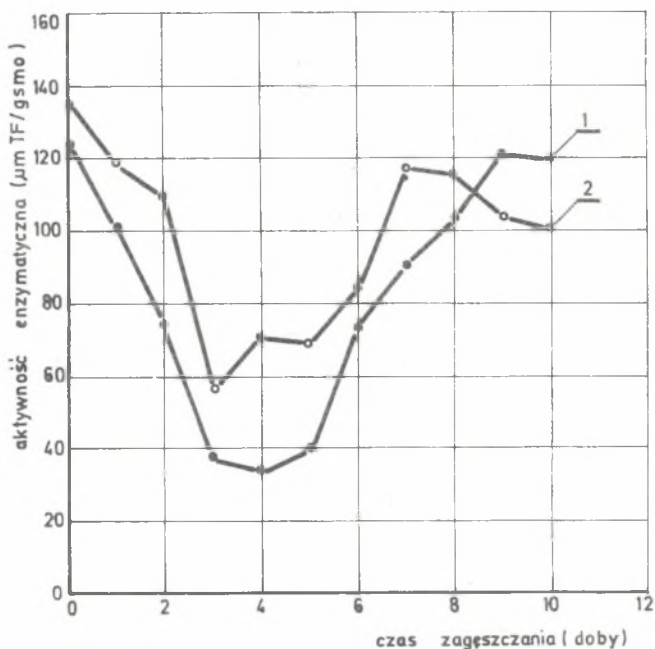


Rys. 5. Dynamika procesu biodegradacji ścieków syntetycznych przez osad czynny poddany różnym okresom stabilizacji tlenowej

1 - osad pobrany bezpośrednio z komory, 2 - osad stabilizowany przez 3 doby, 3 - osad stabilizowany przez 5 dób, 4 - osad stabilizowany przez 7 dób

stabilizacji powodowało już szybsze pogorszenie efektu biodegradacji niż uzyskana w przypadku zagęszczenia osadu w tym samym czasie.

Badania zdolności biodegradacyjnej osadu zagęszczanego potwierdziły oznaczenia aktywności enzymatycznej dehydrogenaz osadu wykonane podczas jego odstawiania.



Rys. 6. Zmiany aktywności enzymatycznej osadu w trakcie jego zagęszczania w dłuższym okresie czasu

1 - osad obciążony 0,21 g ChZT/gsmo.d, 2 - obciążenie osadu 0,075 g ChZT/gsmo.d

Przykładowo rys. 6 przedstawia zmiany aktywności enzymatycznej dla osadu zagęszczanego w dłuższych okresach czasu. Do 3-4 dni w zależności od obciążenia substratowego uzyskane wyniki korelują z wynikami badań dynamiki biodegradacji, potem następują zakłócenia oznaczenia dehydrogenaz wywołane najprawdopodobniej rozpadem błon komórkowych.

Interpretacja wyników oraz wnioski

Właściwa praca osadników wtórnych oczyszczalni biologicznej pozwala uzyskać wysoką koncentrację osadu recyrkulowanego, co ma ogromne znaczenie dla utrzymania wymaganego stężenia biomasy w komorach napowietrzania,

a jednocześnie niska zawartość zawieszin w oczyszczonych ściekach nie dopuszcza do zanieczyszczenia odbiornika.

Znajomość trwałości osadu czynnego przebywającego w warunkach anaerobiozy jest istotna dla każdej oczyszczalni, szczególnie w przypadku jej dużej awaryjności, przerw w dostawie energii elektrycznej itp., gdyż pozwala przewidzieć wpływ długotrwałych zmian warunków tlenowych na pracę komór aeracji i jakość oczyszczonych ścieków.

Charakterystyka osadu czynnego pochodzącego z Oczyszczalni Ścieków Miejskich w Pyskowicach sugeruje, że osad ten pracował w zakresie sposobów uproszczonych i był osadem częściowo stabilizowanym. Przeprowadzone dla tego osadu badania wpływu czasu zagęszczania na jego aktywność wykazały, że osad ten po 2-7 godzinach sedymentacji nie zmieniał w sposób istotny swej aktywności pierwotnej. Dopiero 8-godzinne zagęszczenie powodowało obniżenie szybkości zużycia tlenu o około 10% a aktywności enzymatycznej o kilkanaście procent.

Dla osadu czynnego wyhodowanego w zakresie obciążeń 0,04 - 0,18 g CbZT/gsmo.d 24-godzinne zagęszczenie powodowało stosunkowo niewielkie obniżenie jego właściwej aktywności określonej na podstawie szybkości rozkładu substratu, natomiast znacznie poprawiało jego zdolność sedymentacyjną. Wydłużenie czasu zagęszczania do 48 oraz 72 godzin powodowało już obniżenie aktywności właściwej osadu o kilkanaście procent, a do 5 dni o ponad 20%. Im dłuższy był czas zagęszczania, tym osad gorzej pracował. Przyczyną tego była postępująca degeneracja osadu wywołana niedotlenieniem, którą po upływie 3 dni zagęszczania można już było zaobserwować pod mikroskopem. Część kłaczków przechodziła w obłonioną postać zbliżoną do przetrwalnikowej, inne kłaczkowate rozpadały się, wiele jednak nie zmieniało swej struktury. Zwiększenie obciążenia osadu do 0,3 g ChZT/gsmo.d (zakres obciążeń konwencjonalnych) powiększyło w znacznym stopniu niekorzystny wpływ, jaki powodowało jego zagęszczenie. Osad ten szybciej zagniwał i szybciej wykazywał niewłaściwe zmiany morfologiczne wynikające z jego niedotlenienia oraz mniejszą aktywność po odstawianiu.

Wstępna aeracja prowadzona w czasie 1-2 godzin osadu wcześniej zagęszczonego przez okres 24 godzin przywracała a nawet polepszała aktywność biochemiczną tego osadu, przy czym dla osadu hodowanego sposobem uproszczonym wystarczający dla przywrócenia aktywności okazał się 1-godzinny czas aeracji.

Wnioski te potwierdziły oznaczenia aktywności enzymatycznej, która po 1 godzinie napowietrzania osadu powracała do wartości pierwotnej, a po 2 godzinach napowietrzania wzrastała ponad aktywność osadu hodowanego. W poszczególnych seriach badawczych dało się również zauważyć ogromną poprawę właściwości sorpcyjnych odstawanego osadu po jego wstępnym napowietrzaniu.

Dłuższy czas zagęszczania osadu (powyżej 72 godzin) powodował już trwałe ujemne zmiany morfologiczne kłaczków, gdyż aeracja przed biodegradacją

nie przywracała ich pierwotnych właściwości, a powodowała częściową deflokulację i ukształtowanie nowych smugowatych skupisk zoogloalnych.

Należy zaznaczyć, że przedłużenie napowietrzania osadu hodowanego w warunkach głodu substratowego powodowało szybszą degenerację niż zagęszczenie tego osadu w warunkach braku tlenu i pożywki. Oczywiście rezultaty powyższych badań nie obalają danych cytowanych wyżej badaczy. Potwierdzają jednak, że wpływ długotrwałych zmian warunków tlenowych jest bardzo zróżnicowany w zależności od charakterystyki oraz parametrów osadu czynnego, a w związku z tym powinien być powiązany z określoną oczyszczalnią ścieków.

Z przeprowadzonych badań wynikają następujące wnioski:

1. Osad czynny pochodzący z Oczyszczalni Ścieków Miejskich w Pyskowicach przy obciążeniu 0,04 - 0,3 g ChZT/gsmo . d wykazywał dużą trwałość i odporność na warunki deficytu tlenowego i pokarmowego.
2. Badania nad biodegradacją ścieków syntetycznych przez osad czynny nie wykazały istotnego wpływu 1-7-godzinnego czasu zagęszczania na szybkość rozkładu zanieczyszczeń.
3. Im większe było obciążenie substratowe hodowanego osadu, tym mniejsza była jego odporność na zagniwanie i utratę aktywności biochemicznej w warunkach przedłużonego zagęszczania.
4. Wstępne, 1-2 godzinne napowietrzanie osadu wcześniej zagęszczonego w czasie do 48 godzin powodowało odzyskanie a nawet wzrost aktywności tego osadu.
5. Osad czynny poddawany przedłużonej aeracji w warunkach głodu substratowego ulegał szybszej degeneracji aniżeli osad zagęszczony w tym samym czasie.
6. Uzyskane wyniki uzupełnione dalszymi badaniami mogą stanowić podstawę do opracowania strategii poprawy działania oczyszczalni ścieków miejskich pracujących metodą osadu czynnego.

LITERATURA

- [1] Demina A.T.: Technologiczeskaja ocenka razlicznych tipow wtorigznych odstojników. Wodosnabżenie i Sanitarnaja Technika. 2, 10 (1980).
- [2] Mölder H., Ennet P.: Der Einfluss von Belüftungsunterbrechungen auf den biologischen Reinigungsprozess in kleinem Belebtschlammbecken. WWT, 10, 322 (1977).
- [3] Szulicka J.: Mikrobiologiczne wskaźniki w procesach samoozyszczenia się wód powierzchniowych i oczyszczania ścieków na drodze biologicznej. Wyd. PAN, Warszawa 1980.
- [4] Jurkiewicz S., Kościelniak H., Sikora J.: Wpływ czasu zagęszczania zawiesin osadu czynnego na jego aktywność. Inst.Inż.Ochrony Środowiska, Gliwice (1981), referat wygłoszony na Sympozjum Ochrony Środowiska, Katowice 1981.

ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ ЗАГУЩЕНИЯ АКТИВНОГО ОСАДКА НА ЕГО БИОХИМИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ

Резюме

В работе представлены результаты исследований по влиянию времени пребывания активного осадка в безкислородных условиях на его биохимическую активность, выраженную в виде энзиматической активности, скорости потребления кислорода а также динамики биодеградации органических субстратов. Определено также влияние предварительного аэрирования на активность осадка загущенного в длительных промежутках времени. Исследования велись для активного осадка, получаемого в очистной станции сточных вод в Пысковицах. Показано, что осадок этот имел большую сопротивляемость в условиях кислородного и кормого дефицита а увеличение нагрузки осадка субстратом приводило к скорейшей потере биохимической активности в условиях продолженного загущения. Предварительное аэрирование во время 1-2 часов осадка загущенного ранее во время 24 часов приводило к восстановлению а даже к увеличению его активности. Результаты выше проведенных исследований не противоречат показаниям других исследователей по поводу, что долговременное залегание активного осадка во вторичном осаднике отрицательно влияет на работу аэрокамер, но обращают внимание на необходимость индивидуального подхода к этим вопросам в зависимости от параметров станции по очистке сбросов.

THE EFFECT OF SLUDGE THICKENING TIME FOR BIOCHEMICAL ACTIVITY OF ACTIVATED SLUDGE

Summary

The results of studies of the effect of sludge thickening time in oxygen free conditions on its biochemical activity are presented. The activity has been expressed in terms of enzyme activity, speed of oxygen use up and dynamics of organic substracts biodegradation. The effect of preaeration on the activity of sludge thickened in longer time intervals is also investigated. Experiments have been provided for the activated sludge from Municipal Sewage Treatment Plant in Pyskowice. The sludge was kept in simplified and conventional ways.