

Maria Zdybiewska, Zofia Burek,
Korneliusz Miksch

BADANIA PORÓWNAWCZE NAD BIODEGRADACJĄ WYBRANYCH DETERGENTÓW NIEJONOWYCH

Streszczenie. Przeprowadzane badania nad biodegradacją trzech preparatów detergentów niejonowych, w których grupę hydrofilową stanowiło od 4 do 25 drobin tlenku etylenu, a grupę hydrofobową w dwóch przypadkach alkohole, a w trzecim fenol.

Doświadczenia prowadzono z zastosowaniem osadu czynnego oraz tak zwaną metodą "testową".

Badane preparaty ulegały rozkładowi w ponad 80%, nie hamowały rozkładu innych substancji organicznych zawartych w ściekach oraz procesu nityfikacji.

Wyniki uzyskane przy pomocy obydwu metod były zbliżone, wobec tego metodę "testową" jako szybką w wykonaniu można polecić, szczególnie do badań orientacyjnych.

Związki powierzchniowo-czynne znajdują coraz szersze zastosowanie w wielu przemysłach, począwszy od przemysłu środków piorących i kosmetycznych, poprzez przemysł metalurgiczny, górniczy, celulozowo-papierniczy, syntezy organicznej itp.

Do niedawna wśród tych związków dominowały substancje anionowo-aktywne stanowiące jeszcze w roku 1962 - 80% ogólnoświatowej produkcji, przy 15% związków niejonowych i 5% związków kationowo-czynnych [1]. Obecnie ze względu na surowcową produkcję i różnorodność niejonowych substancji powierzchniowo-czynnych rośnie z roku na rok, co spowodowane jest zarówno brakiem surowców naturalnych służących do produkcji mydła, jak i wieloma dodatnimi cechami, jakimi charakteryzują się syntetycznie wytworzone preparaty związków powierzchniowo-czynnych.

Moment jednak, gdy zużytkowany w przemyśle lub gospodarstwie domowym związek powierzchniowo-czynny, przechodzi jako nieużyteczny do ścieków jest początkiem nowego cyklu działania i szeregu procesów koniecznych do jego unieszkodliwienia.

Substancje powierzchniowo-czynne wywierają bowiem określony i to coraz bardziej widoczny wpływ zarówno na kolektory, do których są odprowadzane, jak i na oczyszczalnię ścieków. Odrębnym, wtórnym oddziaływaniem jest zanieczyszczenie gleby i wód powierzchniowych, co ściśle wiąże się z koleją z samoczyszczaniem wód, a w razie niewłaściwego zachodzenia tego procesu obecnością detergentów w wodzie wodociągowej. W ten sposób w przypadku wadliwie stosowanego procesu usuwania związków powierzchniowo-czynnych lub odporności na procesy biochemicznego rozkładu, krąg się zamyka.

Pewną wskazówką charakteryzującą z dużym przybliżeniem zdolność biologicznego rozkładu danej substancji powierzchniowo-czynnej, może stanowić oznaczenie biochemicznego zapotrzebowania tlenu.

Problem wpływu substancji powierzchniowo-czynnych na BZT, jako wskaźnika podatności na biochemiczny rozkład detergentów zajmowała się Dożańska, zarówno w odniesieniu do detergentów anionowo-aktywnych [2] jak i niejonowych [3, 4].

Z prac tych wynika, że zwykle substancje anionowo-aktywne, zwłaszcza siarozany alkilowe podwyższają BZT ścieków, zależnie od indywidualnej budowy i składu, natomiast substancje niejonowe np. alkilofenole (Alfenol 740) ulegają trudno biochemicznemu rozkładowi [3], w przeciwieństwie do etoksylogowanych alkoholi tłuszczowych (Olbrotol 18 i Oleol 18), których BZT było stosunkowo wysokie i pozwalało zaliczyć je do rozkładalnych na drodze procesów biochemicznych [4], co w znacznym stopniu potwierdziły badania nad procesami biologicznego oczyszczenia ścieków zawierających te związki [5, 6].

Ponieważ metoda oznaczania BZT daje nie zawsze porównywalne wyniki, w odniesieniu do substancji powierzchniowo-czynnych, z tego względu należało znaleźć metodę, której parametry byłyby z góry możliwie najściślej określone. Za taką przyjęto w RFN metodę z zastosowaniem osadu czynnego, przy dokładnym określeniu jego ilości, warunków pracy, dawki substancji powierzchniowo-czynnych, standartowej aparatury itp. [7].

Przepisy te dotyczyły przede wszystkim detergentów anionowo-aktywnych, ale wobec wzrastającej produkcji substancji niejonowych są także na nie rozszerzane z tym, że stopień biologicznego rozkładu (biodegradacji) powinien dla anionowo-aktywnych wynosić przynajmniej 80%.

Problem uciążliwości detergentów w gospodarce wodno-ściekowej jest problemem ogólnym, czego dowodem może być powołanie zespołu ekspertów w ramach Europejskiej Komisji Współpracy, który w odniesieniu do detergentów anionowo-aktywnych opracowali odpowiednie zalecenia dotyczące koniecznego stopnia ich biodegradacji [8]. Zalecenia te zaakceptowało 11 państw europejskich, przyjmując podobnie jak poprzednio RFN metodę z osadem czynnym, jako obowiązującą metodę biodegradacji dla tych substancji.

W dyskusyjnym artykule Bożki i Warachowskiej [9] autorzy ci zwracają uwagę, że wszelkie normy i sposoby badań dotyczą preparatów anionowo-aktywnych, szerzej dotychczas stosowanych i lepiej zbadanych.

Trudności te, w odniesieniu do detergentów niejonowych, powiększa jeszcze brak owej metody analitycznej, gdyż metoda z rodanokobaltem amonowym, obowiązująca jako Polska Norma [10] ma ograniczone zastosowanie.

Jak podają wyżej cytowani autorzy [11] istnieje szereg metod badania biodegradacji substancji powierzchniowo-czynnych, mających takie czy inne mankamenty.

Z przeprowadzonych uprzednio badań [12] jak i faktu, że metoda oznaczenia stopnia biodegradacji substancji powierzchniowo-czynnych z osadem

czynnym jest obowiązująca w naszym kraju [13] oraz w innych krajach Europy [7, 8], wydaje się ona najważniejszą, chociaż posiada mankamenty w postaci stosunkowo długiego okresu badań, konieczności utrzymania parametrów pracy osadu czynnego w określonych granicach, a także niemożności stwierdzenia w przypadku substancji niejonowych, stopnia sorpcji na osadzie czynnym (brak metod analitycznych).

Wobec tego w oparciu o literaturę [1] dostosowano do celów praktycznych metodę nazywaną dalej "testową", odwzorowującą procesy zachodzące przy samoozyszczeniu odbiorników wodnych, dającą wyniki nie w pełni pokrywające się z wynikami uzyskiwanymi w metodzie badania stopnia biodegradacji z osadem czynnym, ale stosunkowo szybko (10 dni) oraz uzależnioną od mniejszej ilości parametrów, a szczególnie od sorpcji na kłaczkach osadu czynnego, w odniesieniu do anionowo-aktywnych substancji powierzchniowo-czynnych metoda ta dała poprzednio zadawalające wyniki [12].

Celem niniejszej pracy było przebadanie podatności na biochemiczny rozkład 3 niejonowych detergentów, przy zastosowaniu:

- a) metody z osadem czynnym,
- b) metody "testowej",

z uwzględnieniem wpływu badanych preparatów na procesy rozkładu innych substancji organicznych zawartych w ściekach, określone przez BZT₅ i ChZT jako wskaźniki stopnia zanieczyszczenia oraz przemian związków azotowych.

1. Część doświadczalna

Badania nad biodegradacją przy zastosowaniu metody osadu czynnego polegały na napowietrzaniu ścieków imitujących swym składem typowe ścieki miejskie, z uprzednio wyhodowanym osadem czynnym w ilości około 3 g/dm³, licząc na suchą substancję. Ścieki te zawierały wszystkie elementy nieodzowne do prawidłowego zachodzenia procesu biologicznego oczyszczania. Zastosowanie do tego celu rzeczywistych ścieków miejskich było niemożliwe ze względu na ich dużą zmienność i w ten sposób utrudnianie przeprowadzenia obserwacji.

Do ścieków, które dozowano do modeli komór napowietrzania, sporządzonych wg polskich norm [13], dodawano badane substancje początkowo w ilości 5 mg/dm³, a po upływie 10 dni dawkę tę podwyższano zwykle do 10 mg/dm³ aby następnie po upływie dalszych 10 dni podwyższyć ją do 20 mg/dm³ i przy tej dawce kończono badania po 25-27 dniach obserwacji.

Do badań stosowano następujące detergenty niejonowe:

preparat 1 - RO/CH₂CH₂O/nH

n = 4 - 14

grupa hydrofobowa:

alkohole nasycone i nienasycone C₁₆ - C₁₈

preparat 2 - $\text{RO/CH}_2 \text{CH}_2\text{O/nH}$

$n = 4 - 16$

grupa hydrofobowa:

alkohole nasycone $\text{C}_{12} - \text{C}_{16}$

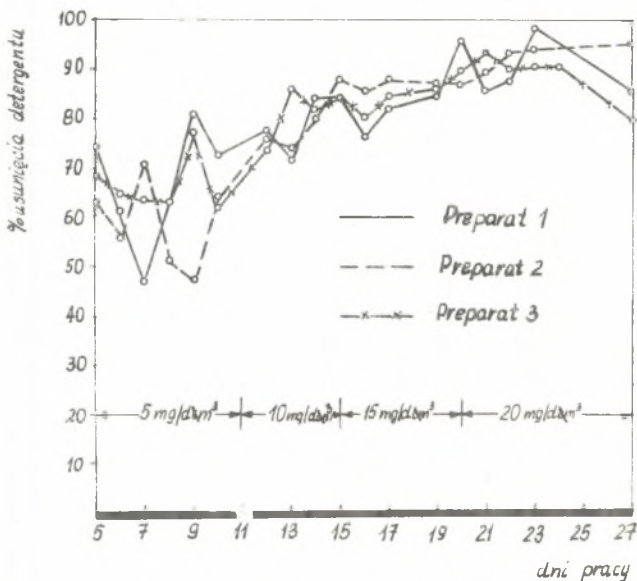
preparat 3 - $\text{O/CH}_2 \text{CH}_2\text{O/nH}$

$n = 8 - 25$

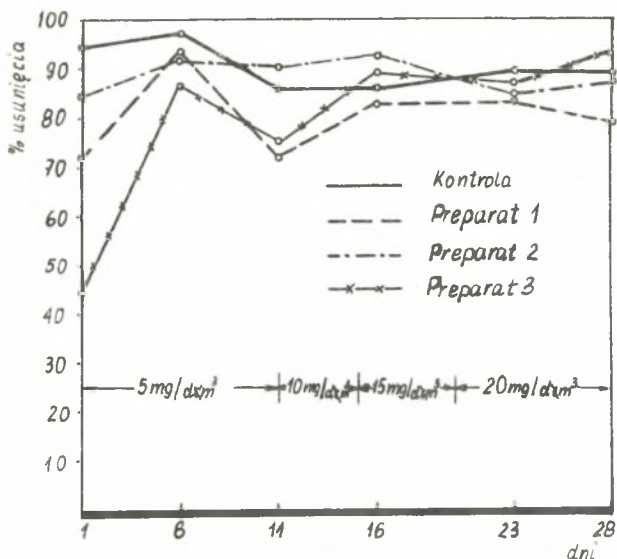
grupa hydrofobowa: fenol

Natomiast do jednej z komór nie dodawano detergentów i pracowała jako kontrolna. Jako oznaczenia stosowano tu:

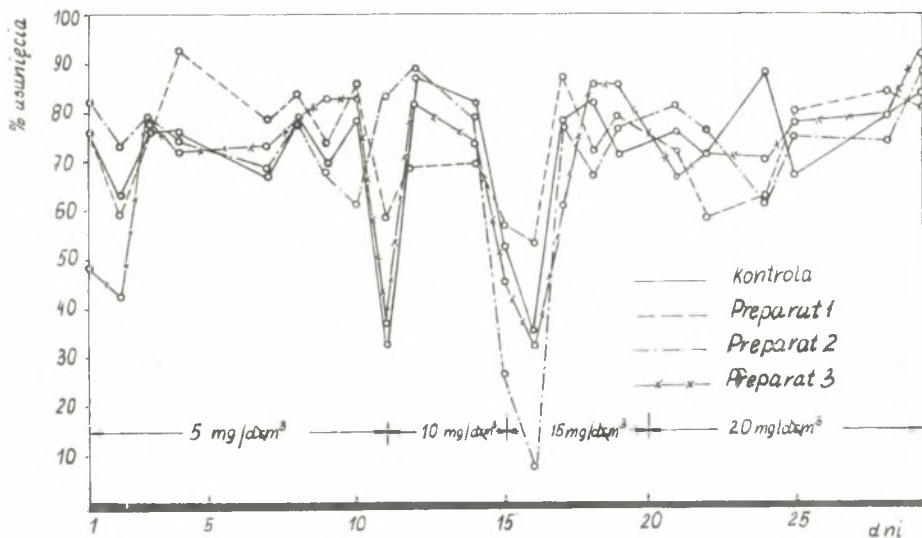
1. Oznaczenie niejonowych substancji powierzchniowo-czynnych metodą kolorymetryczną z kwasem fosforowo-wolframowym - modyfikacja hydrochinonowa [14], w wersji B, tj. dla prób o większej zawartości białek, ponieważ metoda z rodanokobaltem amonowym nie dawała porównywalnych wyników.
2. Odczyn - pH, metodą potencjometryczną.
3. Biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT) metodą rozcieńczeń [15].
4. Chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT), skróconą metodą wg Eckenfeldera [16], z dwuchromianem potasu zarówno dla ścieków dopływających, jak i odpływających z modeli.
5. Indeks objętościowy osadu [15], w odstępach 5-dniowych.
6. Dwa razy w ciągu doświadczeń oznaczano związki azotowe: azot amonowy, azotynowy i azotanowy [15].



Rys. 1. Rozkład niejonowych detergentów metodą osadu oszynnego, sposobem ciągłym



Rys. 2. Zmniejszenie BZT ścieków zawierających niejonowe detergenty, oczyszczonych metodą osadu czynnego, sposobem ciągłym



Rys. 3. Zmniejszenie ChZT ścieków zawierających niejonowe detergenty, oczyszczonych metodą osadu czynnego, sposobem ciągłym

Wyniki ze względu na usuwanie detergentów, zmniejszanie BZT i ChZT, obrazują rys. 1 - 3.

Wartości indeksu osadowego oraz przemiany związków azotowych zebrano w tablicach 1 - 2.

Tablica 1

Wartość indeksu osadowego w czasie ciągłego oczyszczenia ścieków zawierających niejonowe detergenty

Lp.	Dzień pracy	Indeks osadowy w cm^3/g			
		Kontrola	Preparat 1	Preparat 2	Preparat 3
1	1	26,3	35,0	28,2	36,5
2	7	44,4	52,5	50,0	75,0
3	12	48,5	78,5	79,0	61,7
4	17	61,2	61,3	51,2	58,3
5	22	66,8	60,0	62,2	66,5
6	29	64,4	68,5	62,5	65,0

Tablica 2

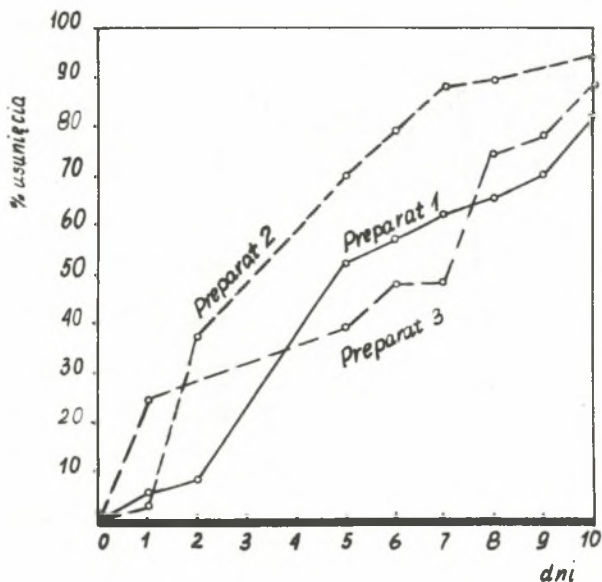
Przemiany związków azotowych w ściekach zawierających niejonowe detergenty, oczyszczonych metodą osadu czynnego sposobem ciągłym

Lp.	Dzień pracy	Kontrola mg/dm^3			Preparat 1 mg/dm^3			Preparat 2 mg/dm^3			Preparat 3 mg/dm^3		
		$\text{N}_{\text{NH}_4^+}$	N_{NO_2}	N_{NO_3}	$\text{N}_{\text{NH}_4^+}$	N_{NO_2}	N_{NO_3}	$\text{N}_{\text{NH}_4^+}$	N_{NO_2}	N_{NO_3}	$\text{N}_{\text{NH}_4^+}$	N_{NO_2}	N_{NO_3}
1	23 Dopływ	0,23	0	0	0,07	0	0	0,21	0	0	0,01	0,03	0
	Odpływ	0	0,58	0,17	0	0,68	0,55	0	0,73	0,41	0	0,66	0,38
2	29 Dopływ	0,16	0	0	0,18	0	0	0,17	0	0	0,11	0	0
	Odpływ	0	0,44	4,5 ^x	0,09	0,69	4,3 ^x	0	0,51	3,0 ^x	0	0,81	0,41

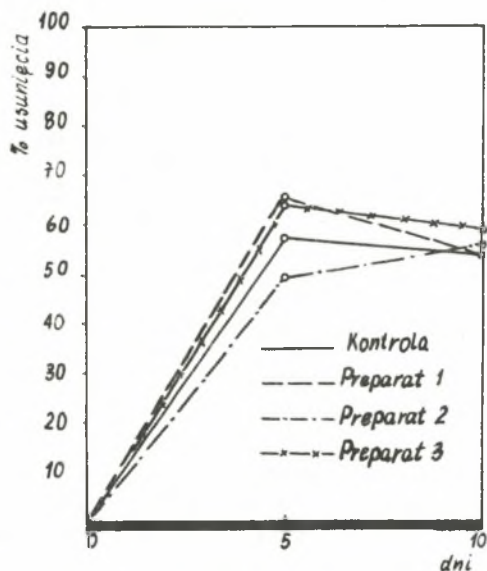
U w a g a : ^x) 29 dnia doświadczeń niktifikacja zaszła o wiele dalej, ponieważ nocą nie dopływała pożywka.

"Testowa" metoda oznaczania stopnia biodegradacji detergentów polegała na 10-dniowym napowietrzaniu za pomocą napowietrzaczy wody do rozcieńczeń jak przy oznaczeniu BZT [1], zawierającej detergenty w stężeniu $10 \text{ mg}/\text{dm}^3$ zaszezpionej zawiesiną bakteryjną z nad niezadaptowanego osadu czynnego

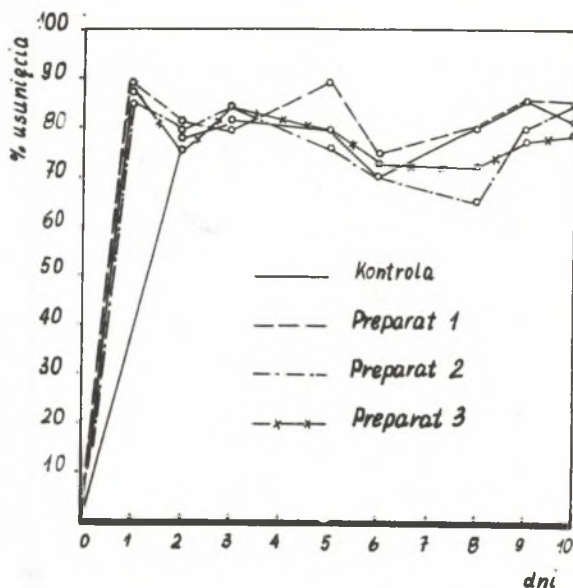
Jako oznaczenia kontrolne codziennie oznaczano odczyn pH, ChZT i zawartość detergentów. Na początku procesu, po 5 i 10 dniach stosowano oznaczenie BZT₅. Wyniki tych badań ze względu na usuwanie detergentów, zmniejszenie BZT₅ i ChZT obrazują rys. 4-6. Ponadto tablica 3 zawiera porównanie efektów biodegradacji badanych detergentów uzyskane w metodzie z osadem czynnym i metodą "testową".



Rys. 4. Rozkład niejonowych detergentów metodą "testową"; stężenie ok. 10 mg/dm³



Rys. 5. Metoda "testowa" - zmniejszanie BZT₅ ścieków zawierających niejonowe detergenty w ilości 10 mg/dm³



rys. 6. Metoda "testowa" - zmniejszenie ChZT ścieków zawierających niejonowe detergenty w ilości 10 mg/dm³

Tablica 3

Porównanie efektów biodegradacji badanych detergentów niejonowych, uzyskanych w metodzie z osadem czynnym i metodą "testową"

Badany detergent	Metoda biodegradacji		
	z osadem czynnym		"testowa"
	10 mg/dm ³	20 mg/dm ³	10 mg/dm ³
	% usunięcia		
preparat 1	84,0	85,5	82,5
preparat 2	87,6	95,0	84,3
preparat 3	84,0	90,0	88,5

2. Omówienie wyników

Proces biodegradacji niejonowych substancji powierzchniowo-czynnych uzależniony jest zwykle od ich budowy chemicznej, a szczególnie od ilości drobin tlenu etylenu w cząsteczce, chociaż i skład chemiczny reszty grupy tych związków nie jest także obojętny, gdyż jak podaje Dożańska [4] etoksylované alkohole tłuszczowe w warunkach tlenowych ulegają szybko biochemicznemu rozkładowi, w przeciwieństwie do alkilofenoli.

Natomiast Pohl [17] uważa, że niskocząsteczkowe kondensaty tlenku etylenu z wyższymi kwasami tłuszczowymi ulegają stosunkowo dobrze biologicznemu rozkładowi, a potwierdza, że kondensaty tlenku etylenu z alkilofenolami są trudno rozkładalne, w przeciwieństwie do kondensatów Sacharozy z wyższymi kwasami tłuszczowymi, rozkładającymi się łatwo.

W odniesieniu do detergentów niejonowych Pitter i Tschuta [18] uważają, że zdolność biologicznego rozkładu tych substancji z rodzaju: poliksy etyleno-połączeń różni się od substancji anionowo-aktywnych. Różnica polega na tym, że zdolność ich biodegradacji zależy od struktury zarówno hydrofobowej jak i hydrofilowej części drobin. Okazało się, że substancje powierzchniowo- czynne o liniowej strukturze części hydrofobowej, z nieznozną ilością drobin tlenku etylenu w grupie hydrofilowej rozkładają się zwykle stosunkowo łatwo. Rozgałęzienie hydrofobowego łańcucha i duża ilość drobin tlenku etylenu podwyższa ich trwałość na rozkład biologiczny.

Badane preparaty - zgodnie z charakterystyką dostarczoną przez producenta - posiadały różną strukturę i skład chemiczny.

I tak preparat 1 posiadał grupę hydrofobową na bazie mieszaniny alkoholi nasyconych i nienasyconych oraz 4 - 14 drobin tlenku etylenu.

W procesie biodegradacji z osadem czynnym substancja ta stosunkowo szybko uległa rozkładowi, gdyż po 5 dniach i przy stężeniu w ściekach rzędu 5 mg/dm^3 , stopień jej usunięcia wynosił 74,5%. Kolejne zwiększenie dawki preparatu do 10, a następnie 20 mg/dm^3 substancji aktywnej nie powodowało zahamowania procesu jego rozkładu, który w końcowym etapie badań, tj. po 27 dniach wynosił 85,5% (tabl. 3), co kwalifikuje ten preparat - jeżeli przyjmujemy kryteria stosunkowo do anionowo-czynnych detergentów - do "miękkich", a więc łatwo ulegających biodegradacji (rys. 1).

Jeżeli chodzi o wpływ preparatu na przebieg procesu biochemicznego rozkładu substancji organicznych to substancja ta nawet w dawce 20 mg/dm^3 nie podwyższała wartości biochemicznego zapotrzebowania tlenu (BZT_5) i oddziaływała na końcowy stopień usuwania substancji organicznych, gdyż był on średnio mniejszy od próby kontrolnej o około 20% (rys. 2).

Natomiast przy zastosowaniu jako wskaźnika stopnia oczyszczenia, chemicznego zapotrzebowania tlenu (ChZT), wartość bezwzględna tej wielkości, pod wpływem preparatu ulegała niewielkiemu podwyższeniu (chemiczne utlenienie), a końcowe efekty oczyszczenia były analogiczne (rys. 3).

Należy tu zaznaczyć, że zastosowanie chemicznego zapotrzebowania tlenu, do określenia wpływu i podatności na rozkład substancji organicznych jest obecnie szeroko lansowany także i w odniesieniu do związków powierzchniowo-czynnych, szczególnie, gdy ich oznaczenie jest utrudnione [19].

Zastosowanie metody "testowej", do określenia podatności na biodegradację preparatu 1, w pełni potwierdziło wyniki uzyskane metodą z osadem czynnym, gdyż i w tym przypadku końcowy efekt usunięcia wynosił 82,5% (tabl. 3, rys. 4), BZT_5 ścieków zmniejszyło się o ponad 50% (rys. 5), a ChZT o ponad 80% (rys. 6).

Badania nad podatnością na biodegradację preparatu 2 o nieco odmiennej grupie hydrofobowej (mieszanka nasycona alkoholi o ilości węgla $C_{12}-C_{16}$) wykazały, że związek ten ulegał biodegradacji w jeszcze wyższym stopniu, bo w ponad 90%, przy zastosowaniu metody badania stopnia biodegradacji z osadem czynnym (tabl. 3, rys. 1). Preparat ten podobnie jak poprzedni podwyższał BZT_5 ścieków, co również potwierdzałoby twierdzenie o jego podatności na procesy biochemicznego rozkładu (rys. 2), a stopień usunięcia substancji organicznych ze ścieków, do których był dozowany, odpowiadał analogicznemu procesowi w próbie kontrolnej.

Podobne efekty uzyskane stosując jako wskaźnik ChZT, gdyż stopień usuwania zanieczyszczeń charakteryzowanych przez to oznaczenie, przewyższał 80%, a obciążenie komory zwiększało się, w porównaniu z komorą kontrolną, co świadczyłoby dodatkowo o podatności tego preparatu na utlenianie (rys. 3).

Metoda "testowa" w pełni potwierdziła te wyniki, co widać z tablicy 3 i rys. 4-6, a więc preparat 2 należy uznać za detergent "miękki", łatwo ulegający biodegradacji.

Kolejny badany związek był preparatem, którego grupę hydrofobową stanowił fenol, a ilość tlenu etylenu w drobinie wynosiła 8-25 cząsteczek.

Preparat ten w procesie biodegradacji z osadem czynnym ulegał również stosunkowo łatwo utlenieniu na drodze biochemicznej, gdyż w zależności od dawki i czasu pracy układu, % jego usunięcia wynosił: 62,5; 84,0; 89,4 i 90,0% (rys. 1, tabl. 3).

Preparat ten, podobnie jak i poprzednie, nie wywierał wpływu na BZT_5 ścieków, w których był zawarty, gdyż nie różniło się ono zbyt od próby kontrolnej i nie wpływał także na stopień usuwania substancji organicznych (rys. 2).

Pod wpływem preparatu 3 ulegało natomiast podwyższenie ChZT, co świadczyłoby o jego podatności również na chemiczne utlenianie, a potwierdzają to także wysokie efekty usuwania substancji organicznych dochodzące do 90% (rys. 3).

Zastosowanie do określenia stopnia biodegradacji metody "testowej" wykazało i w tym przypadku zgodność wyników (tabl. 3), co pozwala zakwalifikować ten związek, podobnie jak dwa poprzednie do "miękkich".

Obserwacje odnośnie wpływu badanych preparatów na indeks osadowy wykazały, że początkowo zwiększał się on, co szczególnie uwidoczniło się po 12 dniach pracy komór napowietrzania, aby potem wrócić do pewnej równowagi, gdyż w 29 dniu obserwacji indeks osadu w komorach zawierających badane detergenty niejonowe był analogiczny, jak w komorze kontrolnej (tabl. 1).

Odnośnie przeprowadzonej dwukrotnie kontroli przemian związków azotowych, to jak widać z tablicy 2 badane preparaty nie hamowały procesu nitryfikacji, a nawet w pewnym stopniu ją stymulowały.

3. Wnioski

Reasumując wyniki przeprowadzonych badań w odniesieniu do trzech preparatów detergentów niejonowych, należy stwierdzić, że stopień ich rozkładu był stosunkowo wysoki, gdyż przekraczał 80%, a same związki nie hamowały rozkładu innych połączeń organicznych zawartych w ściekach oraz procesu nitryfikacji.

Podatność tę można w pewnym stopniu przypisać stosunkowo niewielkiej ilości drobin tlenu etylenu w grupie hydrofilowej, jak i budowie grupy hydrofobowej.

Odnośnie metody badania biodegradacji, w tym przypadku wyniki uzyskane metodą z osadem czynnym oraz metodą "testową" były wyjątkowo zbieżne i wobec tego ta ostatnia może i powinna znaleźć zastosowanie jako szybka metoda pozwalająca określić z dużym przybliżeniem podatność na biochemiczny rozkład.

LITERATURA

- [1] Hussman W., Malz F., Jendreyko H.: Beseitigung von Detergentien aus Abwassern und Gewässern, Westdeutscher Verlag, Köln und Opladen, 1963
- [2] Dożańska W., Kongiel-Chabło I.: Badania nad wpływem Sulfapolu-50 na przebieg procesów biochemicznych w ściekach, Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 38, 122 (1964).
- [3] Dożańska W.: Wpływ detergentów niejonowych (Alfenol 710) na przebieg procesu BZT w ściekach, Roczniki PZH, t. XV, 363, (1965).
- [4] Dożańska W.: Badania wpływu detergentów niejonowych (Olbrotolu 18 i Oleolu 18) na przebieg procesu biochemicznego zapotrzebowania tlenu (BZT) w ściekach, Roczniki PZH, t. XVII, 167, (1966).
- [5] Zdybiewska M., Kwiatkowska K.: Próby nad usuwaniem detergentów niejonowych ze ścieków metodą osadu czynnego, Zeszyty Naukowe Pol. Śl., Chemia 34, 117, Gliwice, 1966.
- [6] Zdybiewska M., Koozwara J.: Badania nad usuwaniem detergentów niejonowych z wody i ścieków, Zeszyty Naukowe Pol. Śl., Chemia 34, 123, Gliwice, 1966.
- [7] "Verordnung über die Abbaubarkeit von Detergentien in Wasch- und Reinigungs - mitteln" - Bundesgesetzblatt, Teil I, nr 49, 1962, s. 698.
- [8] Zbiorowe: "Pollution par les Detergents - Determination de la Biodegradabilite des Agents de Surface Syntheselugues Anioniques" - Organisation de Cooperation et de Developpement Economiques, Paris, 1971.
- [9] Bożko L., Rzechowska E.: Biodegradacja substancji powierzchniowo-czynnych głównie niejonowych, Postępy Mikrobiologii, t. XII, 189, (1973).
- [10] "Oznaczenie niejonowych polietoksyłowych syntetycznych substancji powierzchniowo-czynnych metodą kolorymetryczną z rodanokobaltnym amonowym - PN-73/C-04550.
- [11] Bożko L., Rzechowska E.: Metody badania biodegradacji substancji powierzchniowo-czynnych, Postępy Mikrobiologii, t. XII, 213, (1973).
- [12] Zdybiewska M., Świdarska A.: Badania porównawcze nad określeniem stopnia biodegradacji wybranych detergentów, Zeszyty Naukowe Pol. Śl. Chemia 64a, 3, Gliwice, 1973.

- [13] "Oznaczenie efektywności biochemicznego utleniania anionowych i niejonowych syntetycznych substancji powierzchniowo- czynnych metodą osadu czynnego: w warunkach kinetycznych" - PN-72/C-04550.
- [14] Dożańska W.: Oznaczenie detergentów niejonowych w ściekach, Roczniki PZH, t. XX, 137, (1969).
- [15] Hermanowicz W. i inni: Fizyko-chemiczne badanie ścieków miejskich i osadów ściekowych". Arkady, Warszawa, 1967.
- [16] Malina I.F., Ford D.L., Eckenfelder W.W.: Analytical procedures and methods, University of Texas, Austin, 1965.
- [17] Pohl B.: Saponaty ve vodni hospodarstvi, SNTL, Praha, 1964.
- [18] Pitter P., Tschuta J.: Charakteristik der biologischen, technischen und sanitären Bedingungen die eine Anwendung von Detergentien, "Materialy Sympozjum" Detergentien in Abwassern, Karl-Marx-Stadt, 1965.
- [19] Pitter P.: Badania biodegradacji ABS i niektórych detergentów typu tlenku etylenu, Materiały II Krajowego Sympozjum Detergentów, Gliwice, 1968.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО БИОДЕГРАДАЦИИ ИЗБРАННЫХ НЕИОННЫХ ДЕТЕРГЕНТОВ

Р е з ю м е

Проведено исследование по биодegradации трех препаратов неионных детергентов, в которых 4 до 25 молекул окиси этилена составляет гидрофильную группу, гидрофобную группу в двух случаях составляют алкоголи, в третьем - фенол.

Опыты проводились с применением активного ила, а также методом называемым "тестовым".

Исследуемые препараты подвергались разложению в более 80%, не замедляли разложения других органических веществ содержащихся в сточных водах, а также не замедляли процесса нитрификации.

Полученные результаты при помощи обоих методов были близкие, в связи с этим "тестовый" метод, как более скоростной в выполнении, можно поручить, особенно для ориентировочных исследований.

COMPARATIVE RESEARCHES ON BIODEGRADATION
OF CHOSEN NONIONIC SURFACE ACTIVE AGENTS

S u m m a r y

Conducted researches on biodegradation of three preparations of nonionic surface active agents, in which hydrophilic group made up from 4 to 25 molecules of ethylene oxide and hydrophobic group in two case - alcohols, and in the third - phenol.

The experiences were made in applying of active deposit in so-called "testing" method.

The examined preparations got decomposition in above 80 per cent, but they checked decomposition of the other organic substances contained in wastes and the nitrification process.

The results gained by means of the both methods were colsed, seeing that the "testing" method is a quicker one in performing it could be recommended especially in orientation rexsearches.