

MARIA ZDYBIEWSKA, KALINA KWIATKOWSKA

WPLYW BENZENU I PIRYDYNY
NA BIOLOGICZNE OCZYSZCZANIE ŚCIEKÓW KOKSOWNICZYCH
NA ZŁOŻACH ZRASZANYCH

Ścieki fenolowe powstające w procesach koksowania węgla kamiennego charakteryzują się bardzo dużą złożonością i zmiennością składników, uzależnioną przede wszystkim od składu koksowanego węgla oraz parametrów stosowanych w procesach technologicznych.

Głównymi składnikami takich ścieków są zwykle mono- i polifenole, którym mogą towarzyszyć w mniejszych lub większych ilościach prawie wszystkie substancje wydzielane w procesach koksowania. Z tego względu ścieki te przed wprowadzeniem do odbiornika muszą być oczyszczane, gdyż w przeciwnym przypadku powodują w wodach powierzchniowych nieodwracalne zmiany na skutek: wysokiego zapotrzebowania tlenu, bezpośredniego toksycznego działania występujących w nich składników na faunę i florę, zmianę smaku i zapachu wody, nawet przy bardzo niewielkich ilościach niektórych z tych składników, a szczególnie fenoli.

Z metod unieszkodliwiania takich ścieków, metody biologicznego oczyszczania okazały się efektywnymi i ekonomicznymi, tymbardziej, że w procesie tym ulegają rozkładowi nie tylko fenole, ale i inne substancje organiczne, mogące powodować naruszenie w odbiorniku równowagi biochemicznej. Procesy zachodzące w urządzeniach biologicznych są analogiczne jak w odbiornikach naturalnych, ale zachodzą znacznie szybciej, dzięki stworzeniu optymalnych warunków dla rozwoju drobnoustrojów.

Zdolność rozkładu fenoli przez drobnoustroje jest znana od dawna i zależy od ich rodzaju. Tak więc polifenole są bardziej toksyczne od monofenoli, a wśród nich najsilniej działają fenole mające grupy hydroksylowe w położeniu para- (hydrochinon), następnie orto- (pyrogallol), a stosunkowo najslabiej przy położeniu meta- (rezorcyna) [1].

Niewątpliwie więc na efekt uzyskiwany przy oczyszczaniu takich ścieków, znaczny wpływ będzie miała ilość i jakość zawartych w ściekach fenoli, ale także ilość i jakość substancji towarzyszących fenolom. I ponieważ w ściekach substancje te występują wszystkie razem, tylko drogą kolejnych, wyodrębniają-

cych badań wpływu poszczególnych z nich, można stwierdzić ich rolę i wpływ zarówno na procesy biochemiczne zachodzące przy takim oczyszczaniu, jak i rozkład najważniejszego ze związków występujących w takich ściekach, to znaczy fenoli.

Badania przeprowadzone nad wpływem cyjanów i rodanów wykazały, że te normalnie uważane za szkodliwe dla biocenozy odbiornika substancje [2], ulegają również utlenieniu i w ilościach do 30 mg/l nie wywierają wyraźnego wpływu na efekty biologicznego oczyszczania ścieków koksowniczych [3].

Stosunkowo mniej zbadany jest wpływ benzenu i pirydyny na biocenozę wodną. Wiadomo jednak, że obie te substancje dość trudno i powoli ulegają rozkładowi, a ponadto wywołują zmiany organoleptyczne wody. Benzen wpływa toksycznie na zwierzęta wodne, rozpuszczając się w tkance lipoidalnej i działając na system nerwowy.

Jego szkodliwość zależy od rodzaju organizmu i dla ryb wynosi 5-15 mg/l [1], lecz ze względu na zmiany organoleptyczne wody, za dopuszczalne stężenie benzenu w wodzie odbiornika uważa się - 0,5 mg/l [4].

Natomiast pirydyna już w stężeniu 2,5 mg/l nadaje wodzie specyficzny zapach: w stężeniu 5,0 mg/l posiada słabe hamujące działanie na procesy biochemicznego oczyszczania zachodzące w wodzie, procesy amonifikacji, nitryfikacji, zmniejszenia utleniałości, a w wyższych stężeniach powoduje zmiany patologiczne w organizmach zwierząt. Z tych względów jako maksymalnie dopuszczalne stężenie pirydyny dla wody odbiornika - zalecane jest stężenie 0,2 mg/l [5].

Stwierdzono, że na ogół działanie substancji toksycznych zawartych w ściekach sumuje się [6, 7] i to należy brać pod uwagę, rozpatrując poszczególne składniki ścieków - nie w oderwaniu, ale łącznie. Dlatego należy w takim stopniu zmniejszyć stężenia poszczególnych substancji zawartych w wodzie, aby suma procentów od wartości maksymalnie dopuszczalnych stężeń poszczególnych substancji (mających ten sam wskaźnik szkodliwości) nie przekraczała 100% [6].

Jeżeli chodzi o wpływ benzenu i pirydyny na biologiczne oczyszczanie, to doświadczenia prowadzone przez KAŁABINĘ i ROGOWSKĄ [8] wykazały, że pirydyna może być rozkładana przez kultury adaptowanych bakterii, przy czym szybkość rozkładu pirydyny wzrasta ze wzrostem jej stężenia, jednak w określonych granicach. Z tego względu przyjęto, że najkorzystniejsze są stężenia pirydyny 50-200 mg/l, gdyż przy tych stężeniach najszybciej następuje masowy rozwój bakterii i pierwotniaków. Wyciągnięto stąd wniosek, że na oczyszczalnię biologiczną nie należy kierować ścieków zawierających powyżej 500 mg/l pirydyny, starając się raczej utrzymywać jej stężenie w optymalnych granicach 50-200 mg/l.

Benzen w niewielkich ilościach tj. 5-10 mg/l nie wpływa również ujemnie na procesy biochemiczne zachodzące przy biolo-

gicznym oczyszczaniu. Uwidacznia się to przebiegiem procesu BZT i nie podwyższaniem jego wartości, co świadczy o słabym utlenianiu się tego związku w czasie procesów biochemicznych. W stężeniach tych benzen nie hamuje również procesów nitryfikacji, a nawet je aktywizuje [4]. W większych natomiast ilościach benzen zwalnia przebieg reakcji oczyszczania. Jak podaje MAKSIMOWSKIJ [9] przy oczyszczaniu ścieków miejskich na urządzeniach biologicznych dawka 100 mg/l benzenu okazała się jeszcze wielkością dopuszczalną. Również badania przeprowadzone przez BAZJAKINĘ i współpracowników [10] wykazały, że benzen utlenia się w urządzeniach oczyszczalni bardzo słabo, a główna jego masa uchodzi w powietrze. Potwierdziły to badania SZNEERSON [11] przeprowadzone zarówno na zawartość benzenu w oczyszczonych ściekach - przy użyciu osadu czynnego, jak i w powietrzu wydychanym z komory napowietrzania. Autorki stwierdzają zgodnie [10, 11], że ponieważ benzen nie daje przyrostu osadu, nie może być unieszkodliwiany metodą biologiczną - bez dodatku pożywkowych substancji organicznych.

Ponieważ wpływ benzenu i pirydyny na biologiczne oczyszczanie ścieków fenolowych nie jest ściśle sprecyzowany, podjęto badania nad określeniem tego wpływu w czasie oczyszczania tych ścieków na złożach biologicznych, biorąc przede wszystkim pod uwagę dwa aspekty, a mianowicie: wpływ na rozkład i stopień usunięcia fenoli i zmniejszenie się ilości tych substancji w oczyszczonych ściekach.

C z ę ś ć d o ś w i a d c z a l n a

Badania nad wpływem benzenu i pirydyny na biologiczne oczyszczanie ścieków fenolowych przeprowadzono na zestawie trzech laboratoryjnych złożów modelowych z winiduru o średnicy wewnętrznej 100 mm i wysokości 1300 mm. Złoża te wypełnione były żużlem wielkopiecowym o odpowiedniej granulacji. Napowietrzanie złożów zachodziło w sposób naturalny, a dawkowanie ścieków na złoża odbywało się przy użyciu zraszacza działającego na zasadzie syfonu. W celu wpracowania złożów, zasilano je mieszaniną zawierającą 50% odpływu z pracującego złoża zraszanego, oczyszczającego ścieki fenolowe oraz 20% syntetycznych ścieków miejskich i 30% wody wodociągowej.

Po upływie 4 tygodni, zaczęto dawkować ścieki fenolowe początkowo o stężeniu 50 mg/l, a po dalszych 10 dniach 100 mg/l. W tym czasie wytworzyła się już błona biologiczna widoczna gołym okiem. Wpracowanie złoża potwierdzały również wyniki zmniejszenia się w oczyszczonych ściekach utlenialności o ponad 80% i fenoli w 97%.

Złoże zasilano ściekami fenolowymi z Koksowni "Gliwice" po odpowiednim ich spreparowaniu i rozcieńczeniu ze względu na fenole. Wyniki skróconych analiz stężonych ścieków fenolowych przedstawia tablica I.

W czasie przeprowadzania doświadczeń - jedno złoże pracowało jako kontrolne, natomiast dwa zasilane były ściekami fenolowymi, jak przy złożu kontrolnym, ale na jedno z nich dodawano znane, wzrastające dawki benzenu, a na drugie - pirydyny.

Złoże kontrolne zasilane było ściekami z koksowni odpowiednio rozcieńczonymi, tak aby zawartość doprowadzanych na złoże fenoli była w granicach 100-140 mg/l, gdyż są to zwykle stężenia fenoli w ściekach, z których uprzednio odzyskiwano fenole.

Aby zapewnić właściwe zachodzenie procesów oczyszczania i dostarczyć odpowiednie ilości mikroelementów, do preparowanych ścieków dodawano 20% syntetycznych ścieków miejskich sporządzanych wg WEINBERGERA [12], po zastosowaniu pewnych koniecznych modyfikacji. Korektę pH do optymalnej dla tego rodzaju ścieków wysokości 7,2-8,0 [13] przeprowadzano przy pomocy H_3PO_4 .

W pierwszym etapie pracy wszystkie trzy złoże pracowały w jednakowych warunkach, to znaczy dawkowano na nie ścieki o tym samym składzie.

Badania kontrolne wykonywane dla sprawdzenia sprawności oczyszczania polegały na przeprowadzaniu oznaczenia zanieczyszczenia ścieków dawkowanych na złoże, jak i oczyszczonych. Wykonywano więc następujące oznaczenia kontrolne: pH metodą kolorymetryczną z dokładnością do 0,2 [14], utlenialność w środowisku kwaśnym [15], chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT) szybką metodą dwuchromianową [16], biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT₅) metodą rozcieńczeń [17]. Ze względu na masowość oznaczeń, specjalną uwagę zwrócono na oznaczenie fenoli. Wobec ogólnego mniemania o niedokładności metody oznaczania fenoli z p-nitroaniliną, zastosowano tu metodę z piramidonem [18], nie wymagającą destylacji i w ten sposób skracającą znacznie czas oznaczania, co jest niezmiernie cenne w kontrolnych badaniach technologicznych. Pomiar ekstynkcji wykonywano na kolorymetrze Pulfricha, zaopatrzonym w filtr zielony o długości fali 5330 Å, a stężenia odczytywano z odpowiednich krzywych.

Ponieważ metoda oznaczania fenoli z piramidonem jest metodą nową i w naszym kraju mało stosowaną, przeprowadzono serię oznaczeń porównawczych w odniesieniu do wyników oznaczania fenoli metodą bromometryczną z destylacją, a także z p-nitroaniliną [20], przy zastosowaniu destylacji i oznaczaniu wprost.

Wyniki tych oznaczeń zebrano w tablicy II, obliczając również procentowe odchylenia uzyskanych wyników w odniesieniu do wyników otrzymanych metodą bromometryczną.

Analiza ścieków fenolowych

Lp.	Rodzaj oznaczenia	Ścieki fenolowe				
		p r ó b a				
		I	II	III	IV	
1	pH	powyżej 10	powyżej 10	powyżej 10	powyżej 10	
2	barwa	żółta	żółta	żółta	żółta	
3	zapach	amoniakalno-fenolowy				
4	utlenialność	mg/l O ₂	4.200,0	5.170,0	4.390,0	4.590,0
5	ChZT	mg/l O ₂	5.700,0	6.140,0	5.920,0	5.840,0
6	BZT ₅	mg/l O ₂	3.790,0	4.070,0	3.960,0	5.040,0
7	azot amonowy	mg/l N _{NH₄}	754,0	706,0	983,0	952,0
8	chlorki	mg/l Cl	4.330,0	4.540,0	3.330,0	3.270,0
9	cyjanki	mg/l CN	12,5	11,4	14,9	11,4
10	rodanki	mg/l CNS	6.342,0	6.090,0	5.356,0	5.395,0
11	fenole	mg/l	2.320,0	1.840,0	2.180,0	2.490,0
12	benzen	mg/l	536,0	495,0	719,0	552,0
13	pirydyna	mg/l	11,3	8,3	136,5	101,7
14	sucha pozostałość	mg/l	13.076,0	13.160,0	9.926,0	9.554,0
15	pozostałość po prażeniu	mg/l	5.484,0	5.800,0	5.282,0	5.282,0
16	straty przy prażeniu	mg/l	7.592,0	7.360,0	4.644,0	4.272,0

Porównanie wyników oznaczania fenoli różnymi metodami
(w odniesieniu do metody bromometrycznej)

Lp.	Metoda oznaczania fenoli							
	bromometryczna z destylacją		z paranitroaniliną				z piramidonem bez destylacji	
			z destylacją		bez destylacji			
	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%
1	2.320,0	100,0	1.430,0	61,5	1.940,0	83,4	2.440,0	105,0
2	2.740,0	100,0	2.130,0	78,0	2.160,0	79,0	2.394,0	91,2
3	1.840,0	100,0	1.090,0	59,3	1.710,0	93,0	2.060,0	112,0
4	2.180,0	100,0	1.284,0	58,9	2.305,0	106,0	2.624,0	120,0
5	2.490,0	100,0	1.695,0	68,2	1.925,0	77,8	1.730,0	69,8
6	132,0	100,0	125,0	94,8	186,5	141,0	144,2	109,0
7	169,6	100,0	123,5	72,9	158,3	93,7	132,8	78,5
8	127,4	100,0	167,0	131,0	96,8	75,8	139,4	109,0
9	65,6	100,0	91,0	137,0	111,0	169,0	105,6	158,0
10	35,6	100,0	31,2	87,5	43,6	122,5	41,4	116,0
11	31,6	100,0	39,0	123,4	24,4	77,1	37,6	119,0
Średnio:				98,4		103,5		98,9%

Tablica III

Przebieg pracy złoża kontrolnego zasilanego ściekami fenolowymi
(obciążenie objętościowe ok. 1 m³/m³.dobę)

Lp.	Czas pracy dni	pH		Fenole			Utlenialność			ChZT			BZT ₅		
		dopł.	odpł.	mg/l		%	mg/l O ₂		%	mg/l O ₂		%	mg/l O ₂		%
				dopł.	odpł.	spadku	dopł.	odpł.	spadku	dopł.	odpł.	spadku	dopł.	odpł.	spadku
1	14	7,8	7,3	127,4	1,75	98,6	355,0	31,5	91,1	320,2	70,3	78,0	30,5	88,4	
2	17	7,7	7,4	137,2	2,13	98,4	340,0	29,5	91,3	352,3	62,2	82,3	-	-	
3	21	7,6	7,2	123,2	1,77	98,6	315,0	23,0	92,7	299,3	46,7	84,4	-	-	
4	23	7,6	7,0	127,0	1,08	99,1	340,0	27,0	92,1	353,8	39,3	89,1	-	-	
5	25	7,4	7,0	139,4	1,47	98,9	397,0	26,2	93,4	368,7	32,4	91,4	249,5	9,2	96,3
6	28	7,8	7,2	126,0	1,30	99,0	385,0	27,9	92,7	361,3	30,8	91,4	287,9	6,3	97,8
7	30	7,6	7,2	136,6	1,55	98,9	377,0	22,9	93,9	382,6	38,1	89,7	324,8	9,7	97,0
8	32	7,6	7,0	140,8	1,28	99,1	310,0	20,7	93,3	309,1	30,7	90,1	317,8	5,5	98,3
9	35	7,8	7,1	114,0	1,21	98,9	318,0	23,8	92,5	-	-	-	259,0	6,2	97,6
10	37	7,8	7,2	132,8	2,04	98,5	367,0	28,5	92,2	332,8	42,4	87,3	368,2	9,9	97,3
11	42	7,6	7,4	130,0	1,31	99,0	353,0	25,9	92,6	342,9	33,6	90,2	519,7	8,8	98,3
12	44	7,7	7,4	132,8	1,37	99,0	409,0	29,9	92,7	354,6	13,1	96,3	234,8	6,5	97,2
13	46	7,6	7,0	128,8	1,08	99,2	289,3	17,1	94,1	295,7	28,9	90,2	337,7	5,2	98,5
14	49	7,6	7,1	134,4	1,21	99,1	352,0	22,0	93,7	395,3	41,9	89,4	293,8	5,0	98,3
15	51	7,6	7,3	130,8	1,09	99,2	320,1	18,4	94,3	348,8	30,3	91,3	374,8	7,4	98,0
16	53	7,4	7,0	128,2	1,41	98,9	307,0	21,0	93,1	297,1	31,8	89,3	464,2	11,5	97,5
17	56	7,6	7,0	133,6	1,66	98,8	401,0	26,3	93,4	364,0	32,0	91,2	410,4	9,5	97,7
18	58	7,4	7,2	131,6	0,84	99,3	321,1	22,8	92,9	331,4	27,0	91,8	350,7	11,5	96,8
19	60	7,6	7,0	133,0	1,08	99,2	334,0	22,7	93,2	288,7	9,5	96,7	389,0	9,1	97,7
20	63	7,8	7,4	131,8	1,04	99,2	312,3	23,4	92,5	333,3	9,5	97,1	474,8	10,5	97,8

Tablica IV

Przebieg pracy złoza zasilanego ściekami fenolowymi z dodatkiem benzenu.
(obciążenie objętościowe ok. 1 m³/m³·dobę)

Lp.	Czas pracy dni	pH		Fenole			benzen			Utlenialność			ChZT			BZT ₅		
		mg/l		spadku	mg/l		spadku	mg/l O ₂		spadku	mg/l O ₂		spadku	mg/l O ₂		spadku		
		dopł.	odpł.		dopł.	odpł.		dopł.	odpł.		dopł.	odpł.		dopł.	odpł.			
1	14	7,6	7,2	129,0	1,63	98,7	90,6	11,2	87,6	335,0	50,0	85,1	331,5	55,8	83,3	349,2	10,7	96,9
2	17	7,8	7,1	133,6	2,99	97,8	72,0	5,9	91,8	315,0	35,5	88,7	350,6	50,9	85,6	-	-	-
3	21	7,6	6,6	125,2	1,64	98,7	84,6	4,4	94,8	305,0	28,0	90,8	312,7	32,7	89,5	-	-	-
4	3(23)	7,4	6,8	133,0	0,75	99,4	108,5	6,3	94,2	345,0	31,8	91,0	356,8	39,5	88,9	-	-	-
5	5(25)	7,8	6,9	140,0	1,42	99,0	126,8	5,8	95,4	411,0	35,6	91,3	375,0	30,8	91,7	341,7	12,2	96,4
6	8(28)	7,6	7,0	125,2	1,72	98,6	123,0	2,6	97,9	375,0	27,0	92,8	351,1	32,0	90,9	514,6	6,2	98,8
7	3(30)	7,6	7,0	135,2	1,91	98,6	172,0	10,8	93,7	356,0	23,0	93,5	351,2	38,2	89,2	345,8	10,0	97,1
8	5(32)	7,6	6,8	138,4	1,65	98,8	145,0	6,8	95,3	357,0	24,3	93,2	381,2	35,5	90,7	436,9	11,4	97,4
9	8(35)	7,6	7,0	138,8	1,34	98,9	160,0	6,9	95,7	359,0	25,9	92,8	-	-	-	351,3	6,2	98,2
10	3(37)	7,9	7,2	134,0	6,36	95,3	190,0	9,9	94,8	352,0	42,7	87,9	392,1	56,1	85,7	556,9	7,1	98,7
11	8(42)	7,8	7,1	130,0	1,40	98,9	217,0	10,8	95,4	362,0	31,2	91,4	429,1	32,4	91,4	465,2	6,7	98,6
12	3(44)	7,8	7,1	131,0	2,03	98,5	260,0	15,4	94,1	380,0	33,5	91,2	345,1	35,7	89,7	648,3	7,3	98,9
13	5(46)	7,6	6,7	132,2	1,76	98,7	253,0	13,8	94,5	316,0	25,0	92,1	339,0	19,2	94,3	473,5	7,8	98,3
14	8(49)	7,6	7,1	134,2	1,66	98,8	271,0	10,7	96,0	319,0	17,6	94,5	406,6	46,6	88,8	462,2	9,9	97,9
15	3(51)	7,1	7,0	135,0	1,70	98,7	332,0	17,0	94,9	376,2	34,7	90,7	469,9	35,1	92,5	530,6	16,5	96,9
16	5(53)	7,8	7,8	130,2	1,75	98,7	325,0	18,7	94,2	336,0	23,2	93,1	344,3	23,1	93,1	599,2	10,8	98,2
17	8(56)	7,5	6,8	132,8	1,80	98,6	335,0	18,8	94,4	342,0	27,5	91,9	368,4	50,7	86,3	579,3	10,6	98,2

* Liczby podane w nawiasach dotyczą bezwzględnej ilości dni pracy.

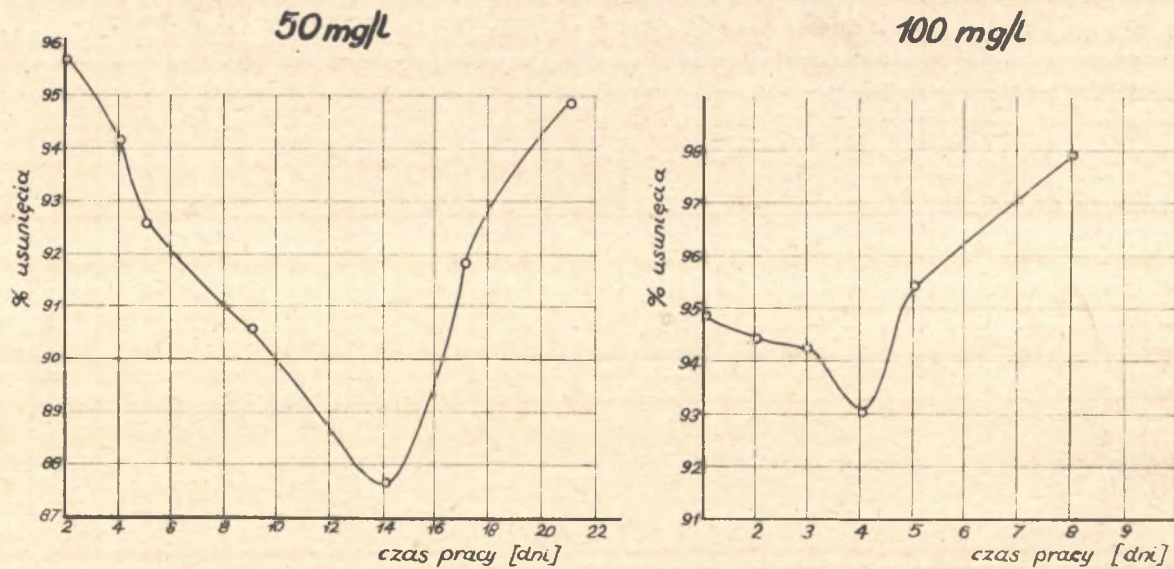
Tablica V

Przebieg pracy złoża zasilanego ściekami fenolowymi z dodatkiem pirydyny
(obciążenie objętościowe ok. $1 \text{ m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{dobę}$)

Lp.	Czas pracy dni	pH		Fenole			Pirydyna			Utlenialność			ChZT			BZT5		
		dopł.	odpł.	mg/l		spadku	mg/l		spadku	mg/l		spadku	mg/l O ₂		spadku	mg/l O ₂		spadku
				%	%		%	%		%	%							
1	14	7,6	7,4	127,8	1,61	98,7	-	-	-	280,0	29,5	92,2	305,6	35,8	88,3	325,4	3,3	99,0
2	17	7,4	7,3	132,4	2,29	98,3	13,0	0,87	93,3	390,0	29,5	92,4	354,3	40,7	88,5	-	-	-
3	21	7,5	7,2	121,2	1,36	98,9	12,1	0,35	97,1	295,0	15,0	94,9	297,5	33,0	88,9	-	-	-
4	3(23) ^{x)}	7,4	7,2	126,4	0,69	99,5	21,1	0,56	97,3	330,0	22,5	93,2	339,4	30,6	91,0	-	-	-
5	5(25)	7,6	7,2	129,0	1,13	99,1	22,2	0,33	98,5	400,0	20,3	94,9	387,3	31,7	91,8	174,8	11,1	93,7
6	8(28)	7,8	7,3	125,8	1,51	98,8	21,3	0,54	97,5	372,0	15,2	95,9	365,2	28,8	92,1	350,6	4,9	98,6
7	3(30)	7,6	6,9	135,8	1,62	98,8	50,9	1,71	96,6	347,0	16,5	95,2	350,1	32,0	90,8	341,2	12,3	96,4
8	5(32)	7,8	7,2	138,4	1,45	99,0	50,6	0,42	99,1	348,0	11,3	96,8	352,3	22,8	93,5	321,3	5,4	98,3
9	8(35)	7,2	6,8	117,4	1,16	99,0	58,1	0,91	98,4	372,0	11,2	97,0	-	-	-	354,5	3,4	99,0
10	3(37)	7,4	7,0	131,0	1,23	99,1	104,4	8,51	91,9	319,0	19,1	94,0	341,2	33,7	90,1	487,6	8,6	98,2
11	8(42)	7,9	7,2	126,0	1,18	99,1	98,8	4,40	95,5	382,0	19,7	94,8	409,7	30,0	92,7	320,4	9,3	97,1
12	3(44)	7,8	7,1	137,0	2,47	98,2	170,1	19,7	88,5	378,0	34,1	91,0	371,3	31,4	91,5	659,6	9,3	98,6
13	5(46)	7,6	7,0	125,0	1,28	99,0	156,0	9,3	94,0	268,4	16,1	94,0	293,3	13,2	95,5	417,9	8,2	98,0
14	8(49)	7,8	7,0	131,6	1,31	99,0	154,9	10,3	93,4	319,0	14,3	95,5	406,6	28,7	92,9	345,5	7,3	97,9
15	3(51)	7,8	7,3	133,2	1,50	98,9	205,0	15,6	92,4	323,3	23,1	92,8	375,4	25,4	93,2	458,5	40,3	91,4
16	5(53)	7,2	6,7	127,0	1,08	99,1	208,0	7,8	96,2	306,0	19,0	93,8	358,4	29,5	91,8	458,2	15,5	96,5
17	8(56)	7,4	6,8	134,6	0,99	99,3	213,3	3,8	98,2	350,0	16,3	95,3	389,0	34,2	91,2	442,4	23,6	94,6
18	3(58)	7,6	6,8	131,2	1,08	99,2	330,2	26,2	92,1	324,1	22,6	93,0	352,5	32,9	90,7	475,8	25,9	94,6
19	5(60)	7,6	6,0	130,2	0,98	99,2	292,5	5,0	98,3	409,4	21,3	94,8	312,6	19,1	93,9	589,5	16,7	97,1
20	8(63)	7,4	7,0	131,8	1,14	99,1	298,4	5,5	98,2	379,6	23,4	93,8	324,0	22,5	93,0	622,4	28,8	95,4

x) Liczby podane w nawiasach dotyczą bezwzględnej ilości dni pracy.

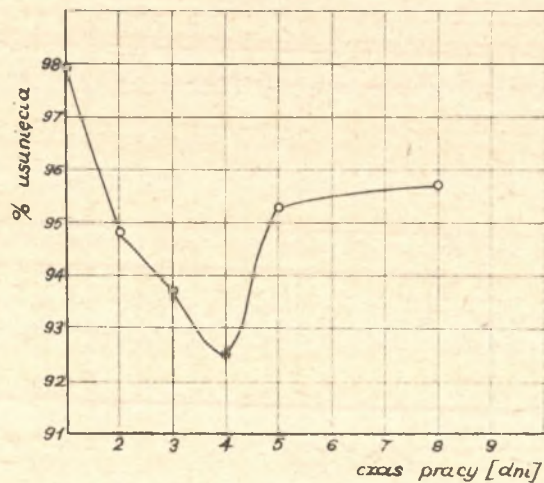
Dawka benzenu:



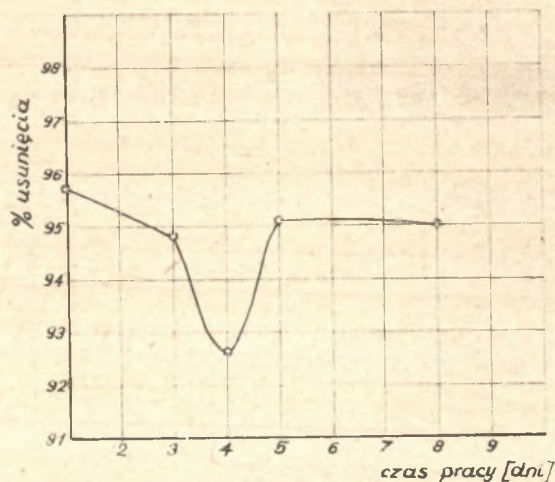
Wykres 1. Usuwanie benzenu na złożu zraszonym (dawka 50 i 100 mg/l)

Dawka benzenu:

150 mg/l



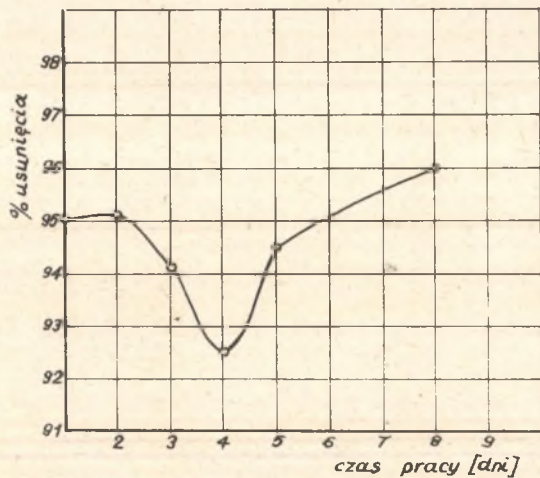
200 mg/l



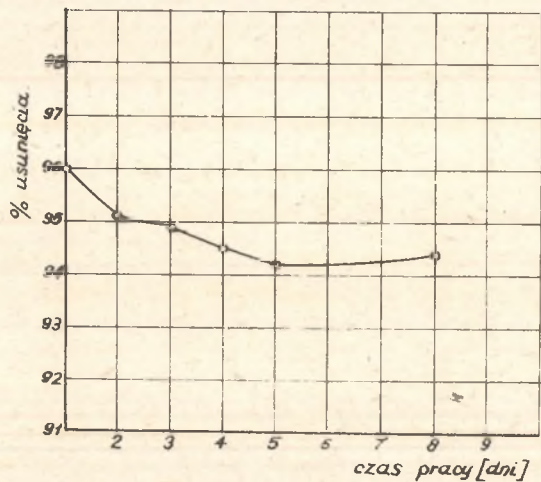
Wykres 2. Usuwanie benzenu na złożu zraszanym (dawka 150 i 200 mg/l)

Dawka benzenu:

250 mg/l



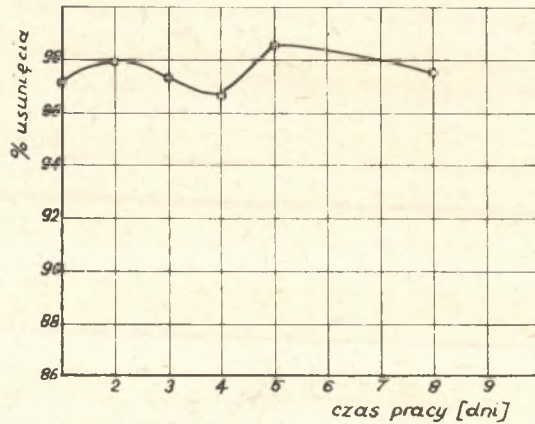
300 mg/l



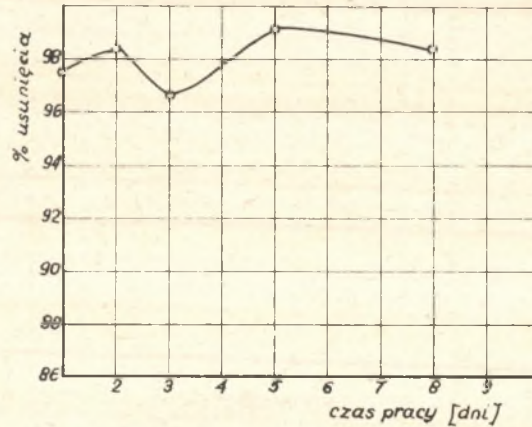
Wykres 3. Usuwanie benzenu na złożu zraszonym (dawka 250 i 300 mg/l)

Dawka pirydyny:

20 mg/l



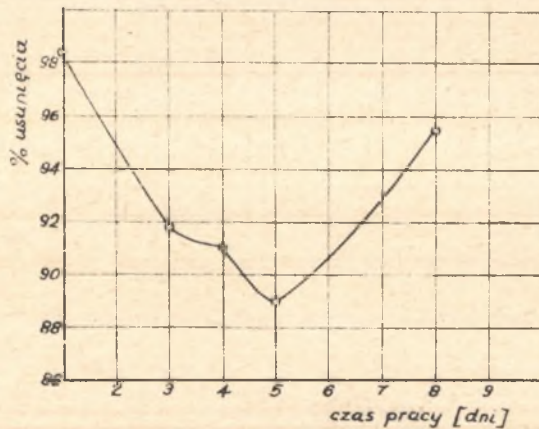
50 mg/l



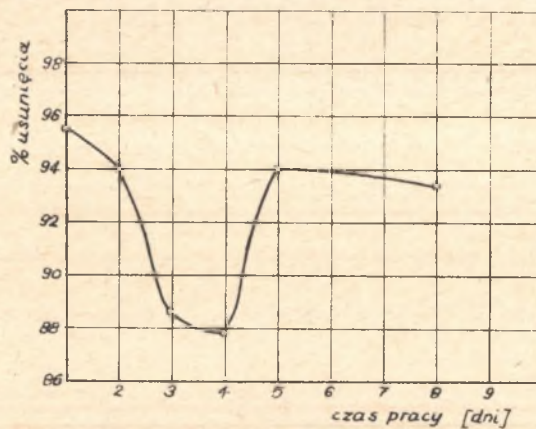
Wykres 4. Usuwanie pirydyny na złożu zraszonym (dawka 20 i 50 mg/l)

Dawka pirydyny:

100 mg/l



150 mg/l

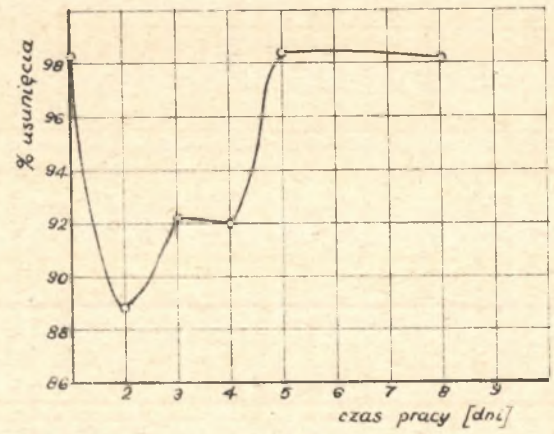
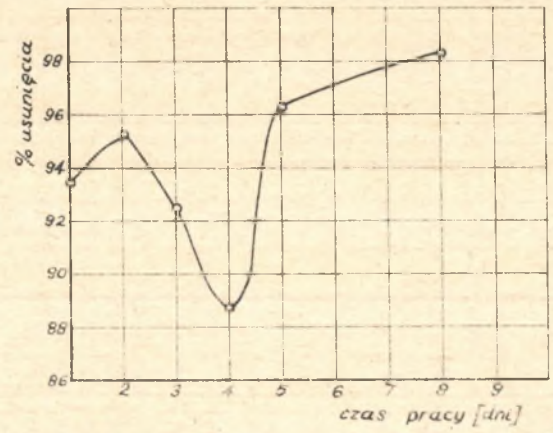


Wykres 5. Usuwanie pirydyny na złożu zraszonym (dawka 100 i 150 mg/l)

Dawka pirydyny:

200 mg/l

300 mg/l



Wykres 6. Usuwanie pirydyny na złożu zraszanym (dawka 200 i 300 mg/l)

Drugie złoże adaptowano do oczyszczania ścieków fenolowych zawierających benzen. Początkowa dawka tej substancji wynosiła 20 mg/l. Po okresie adaptacji zwiększono dawkę benzenu do 50 mg/l i rozpoczęto przeprowadzanie właściwych obserwacji. W tym etapie oprócz pomiaru wskaźników zanieczyszczenia ścieków fenolowych, wykonywanych jak dla złoża kontrolnego, oznaczano benzen metodą kolorymetryczną z kwasem formaldehydo-siarkowym [21], dokonując pomiarów na fotokolorymetrze Pulfricha, przy zastosowaniu filtra niebieskiego o długości fali światła 4280 Å, i odczytując wyniki z odpowiedniej krzywej wzorcowej.

Dawkę 50 mg/l benzenu utrzymywano przez okres 3 tygodni, a następnie zwiększono stężenie do 100 mg/l. W miarę przystosowywania się złoża do usuwania zwiększonych ilości benzenu, obciążano złoże wzrastającymi dawkami benzenu (co 50 mg/l), dochodząc w końcu do 300 mg/l. Obciążenie zmieniano co 8 dni. Pozostałe zanieczyszczenia zawarte w ściekach koksowniczych, przez cały okres pracy złoża pozostawały w przybliżeniu stałe, tj. takie jak dla złoża kontrolnego.

Trzecie złoże pracowało przy zwiększających się dawkach pirydyny, począwszy od 10 mg/l. Oznaczenia kontrolne przeprowadzono tu takie same jak dla złoża kontrolnego, oznaczając ponadto zawartość pirydyny w ściekach doprowadzanych na złoże i oczyszczonych metodą kolorymetryczną z bromocyjanem i aniliną [22]. Pomiary dokonywano na fotokolorymetrze, przy zastosowaniu filtra zielonego o długości fali światła 4960 Å, odczytując wyniki z krzywej wzorcowej, sporządzonej dla roztworów pirydyny o znanym stężeniu.

Dawkę 10 mg/l pirydyny utrzymywano przez okres 3 tygodni, po czym zwiększono ją do 20 mg/l. Następnie w miarę wpracowywania złoża, zwiększano jego obciążenie ładunkiem pirydyny co 8 dni, dochodząc stopniowo do stężenia 300 mg/l pirydyny.

Wyniki uzyskane dla złoża kontrolnego zasilanego ściekami fenolowymi i złożeń zasilanych tymi ściekami z dodatkiem benzenu i pirydyny przedstawiają tablice III, IV i V oraz wykresy 1+6.

O m ó w i e n i e w y n i k ó w

Badania przeprowadzone nad wpływem benzenu i pirydyny na biologiczne oczyszczanie ścieków fenolowych wykazały, że związki te wywierają pewien wpływ na efekty uzyskiwane przy takim oczyszczaniu. Zastosowanie stałego w przybliżeniu stężenia zanieczyszczeń, (w zależności od etapu doświadczeń oraz dawki dodawanego benzenu i pirydyny) nie przekraczającego $400 \text{ g/m}^3 \cdot \text{dobę O}_2$, jeżeli chodzi o utlenialność i $500 \text{ g/m}^3 \cdot \text{dobę O}_2$, jeżeli chodzi o BZT₅, a obciążenie ze względu na fenole dochodzące

do 160,5 g/m³.dobę, pozwoliło skoncentrować uwagę na wpływie jaki te substancje wywierały na uzyskiwany stopień oczyszczenia. Również optymalne pH (7,2 - 8,0) i temperatura będąca w granicach 20°, w pewnym stopniu eliminowały uboczny wpływ tych parametrów na obserwowane procesy.

Z substancji towarzyszących w badanych ściekach fenolom (poza benzenem i pirydyną), uwagę zwracają znaczne ilości rodników, gdyż ilość ich, nawet po rozcieńczeniu próby wynosiła 267,8-317,1 mg/l CNS. Związki te niewątpliwie mogły wywrzeć pewien wpływ na procesy oczyszczania, szczególnie w początkowym okresie pracy złoża. W późniejszym okresie zaobserwowano stosunkowo wysokie efekty pracy złoź, co zresztą w przypadku obserwacji nad usuwaniem benzenu i pirydyny znajdowało swój punkt odniesienia w pracy złoża kontrolnego.

Zaobserwowano, że po wprowadzeniu każdej z dawek następowało pewne okresowe obniżenie się efektów oczyszczenia, a szczególnie stopnia usuwania tego związku ze ścieków.

Tak było już przy pierwszej dawce benzenu, to jednak w końcu serii (tablica IV poz. 3) spadek zanieczyszczeń charakteryzowany przez ChZT wynosił 89,5%, spadek fenoli 98,7%, a usunięcie benzenu 94,8%. W tym czasie te same wskaźniki dla złoża kontrolnego wynosiły 84,4% usunięcia ChZT i 98,6% usunięcia fenoli (tablica III poz. 3).

Po zwiększeniu dawki benzenu do 100 mg/l i koniecznym okresie adaptacji, uzyskany stopień oczyszczenia ścieków liczony na BZT₅ był o 1% wyższy niż na złożu kontrolnym, a uzyskany stopień rozkładu fenoli wynosił w przybliżeniu tyle samo co na złożu kontrolnym (tabl. III i IV poz. 6). Usunięcie benzenu w tym przypadku wynosiło 97,9% (tablica IV poz. 6, wykres 1).

Kolejne podwyższenie zawartości benzenu do 150 mg/l zachodziło podobnie jak przy poprzedniej dawce i różniło się od wyników uzyskiwanych na złożu kontrolnym (utlenialność, ChZT, BZT₅, usunięcie fenoli) zaledwie o ułamki procentów (tablica III i IV poz. 7-9). Również i w tym przypadku usunięcie benzenu było daleko posunięte i wynosiło 95,7% (tablica IV poz. 9, wykres 2).

Pewne zwolnienie procesów oczyszczania zauważono przy dawce 200 mg/l benzenu, co uwidoczniło się początkowym obniżeniem spadku fenoli, utlenialności i ChZT (tablica IV, poz. 10) o kilka procent i dopiero po okresie 8 dni uzyskano poprzednio osiągnane efekty oczyszczenia (tabl. IV, poz. 11). Jednak i w tym przypadku stopień usunięcia benzenu był bardzo wysoki i wynosił 95,0% (tablica IV poz. 11, wykres 2).

Dalsze podwyższenie ilości benzenu do 250 mg/l i 300 mg/l, poza okresem koniecznej adaptacji, nie wywołało wyraźnych zahamowań w procesie oczyszczania, gdyż uzyskiwane tu wyniki oczyszczenia w niewielkim tylko stopniu różnią się od wyników uzyskiwanych na złożu kontrolnym (tabl. III i IV, poz. 12-17).

Natomiast usunięcie benzenu jest tu nieco niższe i wynosi w przypadku dawki 300 mg/l benzenu 94,4% (tabl. IV, poz. 17, wykres 3).

Tak więc w czasie przeprowadzonych badań stwierdzono, że każdorazowe podwyższenie dawki benzenu wywoływało przejściwie tylko obniżenie wydajności pracy złoża. Było to widoczne zarówno przy usuwaniu benzenu, fenoli jak i zanieczyszczeń charakteryzowanych przez utlenialność, ChZT i BZT₅. Po okresie 3-4 dni złoże odzyskiwało swoją poprzednią sprawność zachwianą zmianą dawki. Zaobserwowane zjawisko uwidoczniło tylko dla benzenu (wykresy 1-3), gdyż tablica, ze względu na konieczność skrótów, zawiera tylko wybrane wyniki badań, charakteryzujące efekty oczyszczania, z pominięciem codziennych kontrolnych oznaczeń.

Wyniki oczyszczenia ścieków charakteryzowane utlenialnością, ChZT, BZT₅ i ilością fenoli, jak widać z przeprowadzonej dyskusji, niezależnie od dawki benzenu (w granicach 50-300 mg/l), były wysokie i nie różniły się lub tylko nieznacznie różniły się od wyników oczyszczenia uzyskanych na złożu kontrolnym. Wynika z tego wyraźny wniosek, że związek ten w przedstawionych granicach nie hamuje procesów oczyszczania, co jest niezmiernie ważne w technologii oczyszczania takich ścieków, ze względu na stosunkowo znaczną rozpuszczalność benzenu w wodzie (ok. 800 mg/l).

Natomiast jeżeli chodzi o usunięcie benzenu ze ścieków, zachodzące przy biologicznym oczyszczaniu, to było ono wprawdzie barizo duże (94,4-97,9% w zależności od dawki), to jednak pozostałe jeszcze w ściekach ilości benzenu były znaczne (2,6-18,8 mg/l) i w przypadku zbyt małego rozcieńczenia ścieków wodą odbiornika [23], mogłyby jeszcze wywierać wpływ na cechy organoleptyczne wody.

Przedstawiając wyniki uzyskane w czasie tych badań, świadomie używano - w stosunku do benzenu - określenia "usuwanie", a nie rozkład, gdyż jak wiadomo, związek ten trudno ulega biodegradacji a dzięki swej lotności - jak stwierdziła cytowana już na wstępie SZNEERSON - ulega znacznemu odparowaniu. Niewątpliwie pewna część benzenu mogła ulegać rozkładowi, w przypadku obecności specyficznych kultur drobnoustrojów [24], ale wymaga to potwierdzenia na drodze badań mikrobiologicznych, co będzie tematem osobnej pracy. W omawianym przypadku część tego związku mogła również ulegać sorpcji na wypełnieniu złoża - żużlu wielkopieczowym, co również mogą potwierdzić dopiero badania fizykochemiczne.

Badania nad wpływem pirydyny na biologiczne oczyszczanie ścieków fenolowych rozpoczęto od dawki 10 mg/l, a następnie dawkę tę sukcesywnie zwiększano aż do 300 mg/l.

Podobnie jak to miało miejsce przy benzenie, również i tu zaobserwowano po każdorazowym podwyższeniu dawki pirydyny okresowe obniżenie zarówno efektów oczyszczania, jak i usunięcia pirydyny.

Tak więc przy dawce ok. 10 mg/l pirydyny usunięcie zanieczyszczeń charakteryzowane przez utlenialność wynosiło 94,9%, ChZT 88,9%, fenoli 98,9%, a pirydyny 97,1% (tablica V, poz.3).

Przy dawce 20 mg/l pirydyny efekty oczyszczenia były tego samego rzędu, co wyniki uzyskane przy poprzedniej dawce i na złożu kontrolnym (tabl. III i V, poz. 6, wykres 4).

Podwyższenie dawki pirydyny do 50 mg/l, poza okresowym obniżeniem efektów oczyszczania w pierwszych dniach, nie spowodowało również zahamowania procesów oczyszczania. Natomiast dało się zaobserwować wyraźne podwyższenie wielkości utlenialności, ChZT i BZT₅, co potwierdza twierdzenie o zdolności do chemicznego i biochemicznego utleniania się tego związku (tablice III i V, poz. 7-9).

Kolejny wzrost dawki pirydyny do 100 mg/l spowodował już pewne obniżenie się efektów oczyszczania w stosunku do złoża kontrolnego np. o 1,3% jeżeli chodzi o BZT₅, ale podwyższenie o 2,2% jeżeli chodzi o utlenialność i takie same wyniki jeżeli chodzi o usunięcie fenoli. Tak małe różnice leżące w granicach błędów stosowanych metod (duży błąd pomiaru popełniany zwykle przy oznaczaniu utlenialności metodą nadmanganianową i BZT₅ metodą rozcieńczeń) pozwala sądzić, że dawka ta nie wpływała jeszcze ujemnie na procesy biologicznego oczyszczania (tabl. III i V, poz. 10-11). Natomiast obniżył się efekt rozkładu pirydyny i wynosił 95,5% (tabl. V, wykres 5).

Kolejne podwyższenie dawki pirydyny do 150, 200 i 300 mg/l jak widać z tablicy 5 oraz wykresów 5 i 6, nie spowodowało również większych odchyień w uzyskiwanych efektach oczyszczania, szczególnie jeżeli chodzi o fenole, chociaż inne wskaźniki zanieczyszczenia były w podobnych granicach jak uzyskiwane na złożu kontrolnym. Nie obniżył się również efekt usuwania pirydyny, ale przy dawce 300 mg/l w okresie początkowym, mimo usunięcia tego związku w 98,2% pozostawało go jeszcze 5,5 mg/l, co wobec wpływu tej substancji na cechy organoleptyczne wody odbiornika (zalecane 0,2 mg/l), może być już ilością niepożądaną przy niedostatecznym rozcieńczeniu oczyszczonych ścieków wodą odbiornika.

Z tego to względu mimo - jak to już powyżej stwierdzono - że pirydyna w ilościach do 300 mg/l nie wywiera ujemnego wpływu na efekty oczyszczenia ścieków fenolowych i sama niewątpliwie ulega w procesach tych rozkładowi, ilość jej powinna być ograniczona.

Jak widać z przedstawionych wyników, obydwie badane substancje tj. benzen i pirydyna w ilościach do 300 mg/l, przy zawartości w oczyszczanych ściekach koksowniczych 100-150 mg/l fenoli, w niewielkim tylko stopniu wpływają na efekty oczyszczania. Natomiast wyraźnie różniło się zachowanie obu tych substancji w procesach oczyszczania, gdyż pirydyna niewątpliwie ulegała rozkładowi (wchodziła w skład zanieczyszczeń i była wykazywana przy oznaczaniu utlenialności, ChZT, a szczególnie BZT₅), gdy benzen ulegał tylko usuwaniu, a jego biochemiczny rozkład wymaga dopiero potwierdzenia.

Wnioski

1. Dodatek do ścieków fenolowych benzenu w ilości 50-300 mg/l nie wywiera widocznego wpływu na efekty usunięcia fenoli.
2. Przy zawartości w ściekach do 300 mg/l benzenu, stopień jego usunięcia dochodził do 97,9-94,4%, co częściowo należy przypisać rozkładowi biologicznemu i prawdopodobnie jego odparowaniu.
3. Dawki benzenu do 300 mg/l tylko w niewielkim stopniu wpływały na efekty pracy złoża charakteryzowane przez utlenialność i BZT₅.
4. Pirydyna w ilości 10-300 mg/l nie wpływała ujemnie na usuwanie fenoli ze ścieków, które zachodziło w zależności od dawki w 98,8 do 99,3%.
5. W zależności od ilości zawartej w ściekach fenolowych pirydyny, jej usunięcie następowało w 93,4-98,2%.
6. Wpływ pirydyny na wyniki pracy złoża charakteryzowane przez BZT₅ uwidacznia się dopiero przy jej ilości większej od 50 mg/l, natomiast podobnego wpływu ze względu na utlenialność nie zaobserwowano nawet przy dodatku do 300 mg/l pirydyny.

S t r e s z c e n i e

W pracy przedstawiono przemysłowo ważne zagadnienie wpływu dwóch substancji towarzyszących zwykle fenolom, szczególnie w ściekach koksochemicznych, a mianowicie benzenu i pirydyny na biologiczne oczyszczanie takich ścieków.

Ogólnie wiadomo, że fenole (szczególnie monofenole) stosunkowo dobrze rozkładają się w czasie biologicznego oczyszczania, jeśli są zawarte w ściekach w określonych ilościach.

Natomiast nie znany jest zarówno stopień rozkładu wielu substancji występujących w ściekach równocześnie z fenolami, jak i ich wpływ na stopień rozkładu fenoli. Utrudnia to w znacznym stopniu projektowanie urządzeń oczyszczających, jak i ich eksploatację.

Przeprowadzone badania wykazały, że zarówno benzen, jak i pirydyna w ilościach do 300 mg/l nie wpływają na stopień rozkładu fenoli (monofenoli), zmniejszają nieco efekty oczyszczania liczone na BZT, a same ulegają jednak w znacznym stopniu usunięciu.

W przypadku pirydyny - można śmiało mówić o jej biochemicznym utlenieniu, natomiast uzyskane wyniki usunięcia benzenu w czasie procesu oczyszczania nie mogą być interpretowane jednoznacznie, gdyż związek ten jest normalnie bardzo odporny na biologiczny rozkład i być może część jego tylko odparowywała wskutek dużej jego lotności. Wobec tego ta część przeprowadzonych doświadczeń wymaga jeszcze potwierdzenia osobnymi badaniami.

Politechnika Śląska
Katedra Technologii Wody i Ścieków

LITERATURA

- [1] PETRU A.: "Prumyslove odpadni vody" Praha, 1961.
- [2] CABEJSZEK J., JUST J.: "Badania nad wpływem cyjanków na biocenozę wodną przy zastosowaniu *Daphnia magna* jako wskaźnika" - Roczniki PZH, 10, 403, (1959).
- [3] ZDYBIEWSKA M.: "Badania nad procesami zachodzącymi na złożach wieżowych przy oczyszczaniu ścieków fenolowych z chemicznej przeróbki węgla" - Zeszyty Naukowe Pol. Śl. Chemia 18 (1963).
- [4] GUPFIEJN Ł.N., PAWŁOWA Z.K.: "Predielno dopustimaja koncentracja bienzoła w wodie wodojomow" - w zbiorze "Sanitarnaja ochrana wodojomow ot zagriaznienija promyszlennymi stocznyimi wodami". Wyp. 4, Moskwa (1960).
- [5] ZJABBAROWA S.A.: "Predielno dopustimaja koncentracja piridina w wodie wodojomow" - w zbiorze "Sanitarnaja ochrana wodojomow ot zagriaznienija promyszlennymi stocznyimi wodami". Wyp. 4, Moskwa (1960).
- [6] CZERKINSKIJ S.N.: "Gigieniczeskije normirowanije pri odnowremiennom zagriaznienii wodojomow nieskolnikami wrednymi wieszczestwami" - w zbiorze "Sanitarnaja ochrana wodojomow ot zagriaznienija promyszlennymi stocznyimi wodami", Wyp.4, Moskwa (1960).
- [7] CZERKINSKIJ S.N.: "Sanitarnyje usłowija spuska stocznych wod w wodojemy", Moskwa, 1962.

- [8] KAŁABINA M.M., ROGOWSKAJA C.J.: "Wlijanije uksusnoj kisloty, metilowego spirta i piridina na razwittie mikroorganizmow". Moskwa, 1934.
- [9] MAKSIMOWSKIJ N.S.: "Oczistka stocznych wod", Moskwa, 1961.
- [10] BAZJAKINA N.A., SZNEERSON L.I., LEBIEDIEWA M.P., WANDJUK N.W.: "Biologiczeskaja oczistka stocznych wod sodierzaszczich organiczeskije zagriazpitieli" - praca archiwalna WNBI "WODGEO", Moskwa, 1948.
- [11] SZNEERSON L.I.: "Biologiczeskaja oczistka stocznych wod, sodierzaszczich organiczeskije sojedinenija, alifatyczeskije i aromaticzeskije" - w zbiorze "Oczistka promyszlennych stocznych wod". Moskwa, 1957.
- [12] WEINBERGER L.: "Thesis Massachusetts Institute of Technology", Cambridge Mass., 1949.
- [13] ROGOWSKAJA C.I.: "Biochimizeskaja oczistka stocznych wod kalifolno-ekstrakcyjnych zawodow" - w zbiorze "Oczistka promyszlennych stocznych wod", Moskwa, 1957.
- [14] WINOGRADOWA E.: "Mietody opredielenija koncentracji wodnorodnych jonow", Moskwa, 1956.
- [15] Zbiorowe: "Standard Methods for Examination of Water and Sewage", Wyd. 9, New York, 1946.
- [16] BOGATYRIEW O.: "Opredielenije bichromatnym mietodom chimizeskogo potreblenija kisloroda" - w zbiorze "Oczistka promyszlennych stocznych wod", Moskwa, 1960.
- [17] Zbiorowe: "Standard Methods for Examination Water, Sewage and Industrial Wastes", Wyd. 10, New York, 1955.
- [18] OŽIGANOW J.N., MARTYNIENKO W.G.: "Kolorimetriczeskoje opredielenije fienolow w koncentrirowannych fienolnych stocznych wodach koksochimizeskich zawodow z pomoszcziju piramidona" - "Koks i Chimija" Nr 2, 41, 1961.
- [19] Ministerstwo Gospodarki Komunalnej: "Metodyka oznaczania fenoli w wodzie i ściekach", Warszawa, 1954.
- [20] ŁUKIE J.J., RYBNIKOWA A.I.: "Chimizeskij analiz proiswodstwiennych stocznych wod", Moskwa, 1963.
- [21] SZTRAFROWSKI P.: "Badania nad oznaczaniem węglowodorów aromatycznych w wodzie i ściekach z produkcji styrenu" - GW i TS, 35, 306, (1961).

- [22] ŠIMA J., BORECKIJ V.: "Pyridinove zasady ve vodach z chemického zpracování hnědého reviru" - Przepisy laboratorium Zakładów Chemicznych "Zaluzi" k. Mostu (1961) - maszynopis.
- [23] Rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 28.II.1962. Dz.U. PRL Nr 17 z dnia 16. III. 1962 r.
- [24] TAUSSON W.O.: "Razruszenie mikroorganizmami chemicznych ustojczych sojedinenij" - w książce "Osnownyje položeniya rastitelnoj bioenergetiki" - Moskwa-Leningrad, 1950.

ВЛИЯНИЕ БЕНЗОЛА И ПИРИДИНА НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ ОЧИСТКУ
СТОЧНЫХ ВОД ИЗ КОКСОВАНИЯ КАМЕННОГО УГЛЯ НА БИОФИЛЬТРАХ

Резюме

В работе рассмотрен промышленно-важный вопрос влияния двух соединений, выступающих обычно вместе с фенолами, особенно в сточных водах из коксования каменного угля, именно, бензола и пиридина на биологическую очистку таких вод.

В общем известно, что фенолы (особенно одноатомные) относительно быстро разлагаются во время биологической очистки, если они находятся в определенном количестве. Не известна, однако, степень разложения многих веществ, выступающих в сточных водах вместе с фенолами, как и их влияние на степень разложения фенолов. Это затрудняет в значительной степени проектировать очистные сооружения, а также их эксплуатацию.

Проведенные опыты показали, что так бензол, как и пиридин в количествах до 300 мг/л, не влияют на степень разложения одноатомных фенолов, понижают немного эффекты очистки, пересчитанные на БПК, а сами тоже в значительной степени удаляются.

В случае пиридина - можно смело говорить об его биологическом окислении. Полученные результаты удаления бензола во время процесса очистки не могут быть однозначно интерпретированы. Это соединение обычно является очень устойчивым на биологическое разложение и возможно часть его испарялась ввиду его большой летучести. В связи с этим эта часть проведенных опытов требует еще подтверждения отдельными исследованиями.

Силезский Политехнический Институт
Кафедра Технологии Воды и Сточных Вод

EFFECT OF BENZENE AND PYRIDINE ON THE BIOLOGICAL
TREATMENT OF PHENOLIC WASTE WATERS ON THE TRICKLING
FILTERS

S u m m a r y

The results of this work demonstrated the industrial importance of the effect of two substances namely benzene and pyridine on biological treatment of cokery waste waters. These substances usually are associated to phenols particularly in these waste waters.

It is generally known that phenols, especially monohydric phenols, are decomposed relatively well during the biological treatment if they are present in waste waters in defined amounts. However the ability of degradation of many substances present in waste waters simultaneously with phenols is still unknown. Their effect on biological degradation of phenols is also not yet solved. This involves a serious difficulty for the design and operation of treatment plants.

The carried out investigations proved that as well benzene as pyridine in concentrations to 300 ppm do not affect the degradation of phenols, particularly of monohydric phenols. They slightly decrease the purification effects of BOD removal and they are removed to a great extent.

In case of pyridine its biochemical oxidation is definitely proved, but the obtained results of benzene removal during the purification process is not clear. This compounds is usually very resistant to biological degradation and possibly one part of benzene evaporized due to its high volatility. Therefore this part of trials requires some special investigations.

Silesian Technical University at Gliwice
Laboratory of Water and Waste Waters Technology