

JERZY ZIELIŃSKI, CZESŁAW LESZCZYŃSKI
ZOFIA SKWARA

PRÓBA USTALENIA KORELACJI WIELKOŚCI
BIOCHEMICZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA TLENU
ŚCIEKÓW POCELULOZOWYCH DLA METODY MANOMETRYCZNEJ
I METODY ROZCIEŃCZEŃ

Zastosowanie metody manometrycznej Warburga do oznaczania biochemicznego zapotrzebowania tlenu przez ścieki omówiono w pracach ZIELIŃSKIEGO [1] i DOŻAŃSKIEJ [2], w których podano zasady teoretyczne pomiaru BZT metodą manometryczną oraz opisy techniki prowadzenia pomiarów. Użycie metody manometrycznej do pomiarów BZT i badań ścieków pocelulozowych zostało omówione przez kilku autorów [3, 4, 5, 6, 7].

DILLINGHAM i inni [4] wykonali pracę, której celem było określenie przydatności metody Warburga do oznaczania BZT ścieków celulozowo-papierniczych oraz korelacji pomiędzy BZT₅ oznaczonym metodą rozcieńczeń i BZT wyznaczanym manometrycznie w badaniu 18-godzinowym. Do oznaczania BZT metodą manometryczną stosowano jako zaszczepienie wodę do rozcieńczeń specjalnie spreparowaną i ścieki miejskie lub czystą kulturę bakteryjną *Aerobacter aerogenes*. Równocześnie oznaczano metodą rozcieńczeń BZT₅ przy zaszczepieniu ściekami miejskimi. BZT manometryczne ługów posiarczynowych oznaczano w temperaturze 37°C w ciągu 22 godzin i przeliczano na 18 godzinowe zużycie tlenu. Stosowano przy tym rozcieńczenia ścieków 1:100 ze względu na BZT₅ ługów, które było rzędu 50 000 mg/l O₂. Przy zaszczepianiu ściekami miejskimi BZT manometryczne wykazywało zmienność, wyrażoną współczynnikiem zmienności C_v, wynoszącą dla 7,5 godzinowego BZT - 35% zaś dla 22 godzinowego BZT już tylko 8%. W przypadku natomiast zaszczepiania czystą kulturą bakteryjną dla 7,5 godzinowego BZT C_v wynosiło 8% zaś dla 22 godzinowego BZT C_v miało wartość 7%. Dla ługów posiarczanowych wykonano pomiary manometryczne BZT w ciągu 18 godzin w temperaturze 37°C z zaszczepieniem czystą kulturą bakteryjną. Przy rozcieńczeniu ługów 1:5 BZT₅ wahało się od 199 do 2150 mg/l O₂. Stwierdzono, że BZT oznaczane metodą manometryczną w ciągu 18 godzin w temperaturze 37°C dla ścieków posiarczanowych stanowi 36% BZT₅ wyznaczanego metodą rozcieńczeń, zaś dla ścieków z papierni, przerabiającej masę celulozową siarczanową, BZT oznaczane metodą manometryczną w ciągu 18 godzin wynosiło 26% BZT₅.

DILLINGHAM I JOSE [5] wykonali badania dla ustalenia korelacji między BZT_5 a BZT wyznaczanym manometrycznie w ciągu 18 godzin w temperaturze inkubacji $37^{\circ}C$. Do zaszczepiania ścieków stosowano czyste kultury mikroorganizmów. Oznaczano BZT roztworów glukozy w wodzie destylowanej i wodzie rzecznej oraz wody rzecznej. Na podstawie oceny statystycznej wyników stwierdzono przydatność krótkotrwałego BZT oznaczanego metodą manometryczną do przewidywania BZT_5 tych środowisk. Wnioski te odnoszą się do niskich wartości BZT_5 , ponieważ zakres badanego BZT wahał się od 1 do 20 mg/l O_2 .

Celem niniejszej pracy była próba ustalenia korelacji dla wielkości biochemicznego zapotrzebowania tlenu ścieków pocelulozowych oznaczanego metodą rozcieńczeń i metodą manometryczną Warburga. Istnienie takiej korelacji dałoby możliwość zastąpienia długo-trwałego oznaczania BZT_5 metodą rozcieńczeń przez manometryczne oznaczanie BZT w okresie kilku lub kilkunastu godzin.

C z ę ś ó d o ś w i a d c z a l n a

Metodyka pracy

Do oznaczeń BZT metodą manometryczną użyto aparat Warburga, typ Labor 323 Budapest, który był przystosowany do badań zużycia tlenu w ściekach przez wyposażenie w naczynka reakcyjne pojemności 120 do 150 ml bez ramienia bocznego. Kalibrowanie zestawów manometrów i naczynek przeprowadzono przy użyciu cieczy BRODIEgo, stosowanej również jako ciecz manometryczna. Temperatura łaźni wodnej w czasie pomiarów wynosiła $20 \pm 0,1^{\circ}C$. Ilość wahań zestawów pomiarowych utrzymywano w granicach 80-100 wahnięć/minutę.

BZT_5 metodą rozcieńczeń określano stosując oznaczenie tlenu rozpuszczonego metodą WINKLERA według rozpowszechnionych sposobów analitycznych [8]. Wodę do rozcieńczeń, użytą w tej metodzie, stosowano również do rozcieńczania ścieków w pomiarach manometrycznych.

Badaniom poddano dwa rodzaje ścieków:

- a) ścieki z celulozowni siarczynowej, stanowiące odciek z komór mycia masy, czyli popłuczki,
- b) ścieki ogólne z zakładów, produkujących masę celulozową siarczanową, niebieloną i papiery workowe.

Do poszczególnych oznaczeń stosowano ścieki sączone przez bibułę filtracyjną. W próbach rozcieńczonych ścieków, przeznaczonych do badań manometrycznych, korygowano pH do 7,2-7,5.

Do zaszczepiania prób przez bakterie stosowano początkowo wodę rzeczną z odbiornika wodnego poniżej dopływu ścieków posiarczynowych. W drugiej części badań dodawano do prób osad czynny, aklimatyzowany do biochemicznego oczyszczania ścieków posiarczynowych lub posiarczanowych.

Przy pomiarze BZT₅ metodą rozcieńczeń stosowano takie rozcieńczenia aby ubytki tlenu w próbach po inkubacji wynosiły 40 do 70% początkowej zawartości tlenu. Dla popłuczek zastosowano rozcieńczenia 1:500 do 1:800 zaś dla ścieków posiarczanowych 1:25 do 1:100.

Popłuczki do pomiarów BZT metodą manometryczną rozcieńczano wodą do rozcieńczeń w stosunku 1:50 i zaszczepiano wodą rzeczną. Wielkość zaszczepienia wodą rzeczną w stosunku do objętości badanej próby ścieków wahała się od 1 do 100% zaś w stosunku do ilości popłuczek zawartych w próbce rozcieńczonej wynosiła od 0,5 do 50-krotnej objętości pierwotnej próby..

Oznaczano BZT metodą manometryczną ścieków ogólnych posiarczanowych zaszczepianych adaptowanym osadem czynnym oraz ogólnych ścieków surowych bez zaszczepiania.

Przebieg doświadczeń i wyniki badań

Popłuczki posiarczynowe

W pierwszej części badań prowadzono pomiary manometryczne BZT stosując rozcieńczone popłuczki wodą do rozcieńczeń w stosunku 1:40 do 1:100 i zaszczepiano zawieszoną osadu czynnego w ilości 2 do 5-krotnej w odniesieniu do pierwotnej objętości popłuczek.

Zaszczepianie osadem czynnym zastosowano po stwierdzeniu, że wprowadzanie nadmiernego zaszczepiania badanych prób wodą rzeczną nie wpływa na wzrost wartości BZT. Próby porównania wyników BZT oznaczanego manometrycznie z wynikami BZT₅ oznaczanego dla tych samych ścieków, w zależności od wielkości dawki materiału zaszczepiającego wykazały, że przy ilości zaszczepienia od 5 do 50-krotnej objętości próby, wielkość BZT wyznaczonego manometrycznie odpowiada liczbowo BZT₅, określonego metodą standardową, już po 48 godzinach prowadzenia pomiarów zaś dla zaszczepienia 0,5-krotnego objętości próby, po około 72 godzinach. Po 120 godzinach pomiaru BZT metodą manometryczną, przy zaszczepieniu 0,5-krotnym objętości próby, uzyskano średnio 138% wartości BZT₅ natomiast przy zaszczepieniu 50-krotnym objętości próby, uzyskano przeciętnie 192% BZT₅.

BZT wyznaczone w 6 godzinowym pomiarze manometrycznym przy zaszczeplaniu zawieszoną osadu czynnego, po odliczeniu zużycia tlenu przez sam osad czynny w endogennej respiracji, dało wyniki stanowiące około 17,3% BZT₅.

BZT wyznaczone w 24 godzinowym pomiarze manometrycznym wynosiły średnio 31,1% BZT₅.

W dalszych seriach pomiarów, dla uzyskania wyższych wyników BZT po 6 (BZT_{manom}⁶) lub 24 godzinach pomiaru manometrycznego (BZT_{manom}²⁴), a tym samym dla zwiększenia stosunku procentowego BZT wyznaczanego manometrycznie do BZT₅, zaczęto zwiększać dawkę zaszczeplenia, dochodząc nawet do 80-krotnej objętości pierwotnej próby popłuczek. Równocześnie stosowano większe rozcieńczenie popłuczek do 1:1600 z uwagi na to, że przy takim nadmiarze zaszczeplenia i bardziej stężonych ściekach zużycie tlenu byłoby tak duże, że po kilku godzinach zabrakłoby skali manometru do prowadzenia odczytów. Zastosowanie tak dużego nadmiaru materiału zaszczeplającego nie wpłynęło prawie zupełnie na zwiększenie wartości BZT wyznaczanego manometrycznie. Uzyskane wartości BZT_{manom} wynosiły średnio 21,9% wartości BZT₅, przy czym uzyskano znaczne rozbieżności wyników.

BZT_{manom}²⁴ wyniosło średnio 39,2% BZT₅. Przypuszczalnie duży wpływ na uzyskane wartości i na rozrzut wyników ma sam sposób przeliczania wyników tzn. uwzględnianie i odejmowanie od BZT wyznaczanego manometrycznie wartości zużycia tlenu na endogenną respirację osadu czynnego. Ponadto duży stopień rozcieńczenia (np. 1:1600) powodował powstawanie we wzorze na obliczanie BZT wyznaczanego manometrycznie współczynników o dużych wartościach, które pomnożone przez małe zmiany w odczytach na skali manometru w zestawie Warburga dają duże różnice w obliczonej wartości BZT.

Po stwierdzeniu, że znaczne rozcieńczenie próby ścieków i stosowanie znaczного nadmiaru zaszczeplenia w postaci zawiesziny osadu czynnego powoduje duży rozrzut wyników, równocześnie nie zwiększając wartości BZT, wyznaczanego manometrycznie w ciągu 6 godzin, w stosunku do BZT₅ - w końcowej fazie doświadczeń z popłuczkami zmniejszono nadmiar zaszczeplenia do rzędu 4-20-krotnej objętości ścieków. Rozcieńczenie ścieków zmniejszono do rzędu 1:20-1:40. Stwierdzono, że nie wpłynęło to na zmniejszenie wartości BZT wyznaczanego manometrycznie. Po 6 godzinach pomiaru uzyskiwano BZT wyznaczone manometrycznie stanowiące średnio 18,2% BZT₅.

Ścieki ogólne posiarozanowe

Surowe ścieki posiarozanowe wykazywały zapotrzebowanie tlenu wynoszące dla BZT_{manom}^6 i BZT_{manom}^{24} odpowiednio 5 i 32% wartości BZT_5 (tablica II). Świadczy to o obecności w tych ściekach mikroorganizmów powodujących rozkład biologiczny zanieczyszczeń, z tym że w początkowym okresie inkubacji (do 6 godzin) działalność drobnoustrojów jest słaba, ale już w okresie do 24 godzin inkubacji następowało wyraźne ożywienie mikroflory. Potwierdziły to obserwacje mikroskopowe prób badanych ścieków.

W tablicy I podano wartości stosunku BZT_{manom}^6 i BZT_{manom}^{24} do BZT_5 , wyrażone w procentach, w zależności od wielkości zaszczepienia. Stosowanie zaszczepienia osadem czynnym przyspieszało przebieg reakcji biochemicznego utleniania w warunkach pomiaru manometrycznego. Wartości stosunku BZT_{manom}^6 do BZT_5 kształtowały się przeciętnie w granicach 23-56%, a dla BZT_{manom}^{24} do BZT_5 w granicach 81-112%, rosnąc w miarę wzrostu wielkości zaszczepienia prób od 2-10% osadu czynnego w stosunku objętościowym do nierozcieńczonych ścieków.

Analogicznie w tablicy II podano wartości stosunku BZT_{manom}^6 i BZT_{manom}^{24} do BZT_5 . Wartości tych stosunków rosną także w miarę wzrostu wielkości zaszczepienia. Po 6 godzinach inkubacji prób ścieków przy zaszczepieniu 2-10%, wartości BZT_{manom}^6 osiągały 10-24% wielkości BZT_5 , a po 24 godzinach 34-50% wielkości BZT_5 . Przy zaszczepieniu 5%, BZT_{manom}^6 stanowiło 14-18% BZT_5 , a BZT_{manom}^{24} odpowiadało 39-44% BZT_5 .

Wyznaczono równanie regresji wraz z 95% przedziałami ufności oraz współczynniki korelacji dla zależności pomiędzy BZT_{manom}^6 i BZT_{manom}^{24} a BZT_5 , dla przypadku stosowania przy manometrycznym oznaczaniu BZT zaszczepienia osadem czynnym w ilości 5% w stosunku do objętości ścieków nierozcieńczonych (wykres 1). Współczynniki korelacji wynosiły odpowiednio $r = 0,706$ i $r = 0,697$, co świadczy o istnieniu pewnej korelacji pomiędzy BZT wyznaczanym manometrycznie a BZT_5 . Natomiast 95% przedziały ufności dla obu linii regresji są bardzo szerokie, co wskazuje na znaczną zmienność zależności stosunku BZT oznaczanego manometrycznie do BZT_5 . Potwierdzają to również wysokie wartości współczynników zmienności podane w tablicach I i II.

Tablica I

Zależność BZT_{manom}^6 i BZT_{manom}^{24} do BZT_1

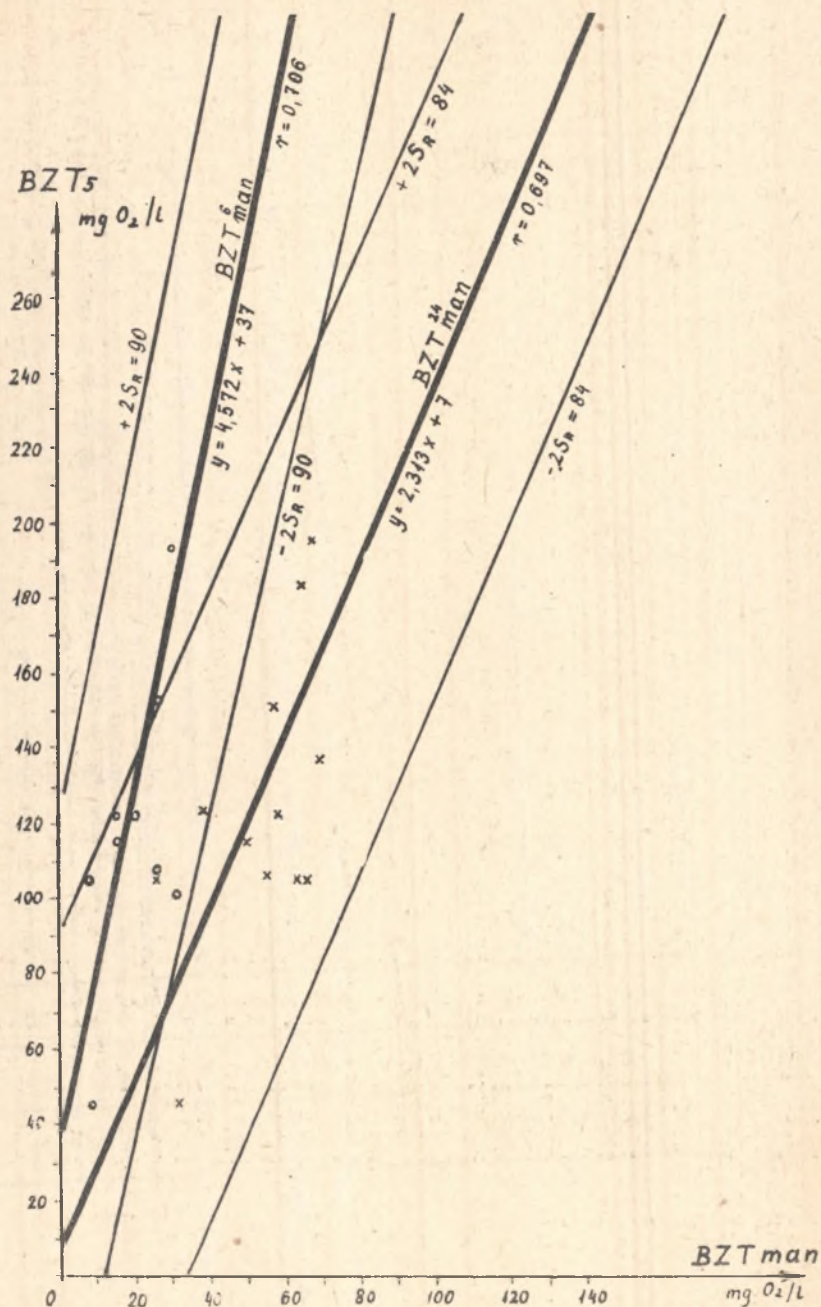
Nr próby	BZT_{manom}^6					BZT_{manom}^{24}				
	ścieki surowe	zaszczepienie w % objętości próby				ścieki surowe	zaszczepienie w % objętości próby			
		2	5	5	10		2	5	5	10
1	10	-	-	-	-	58	-	-	-	-
2	8	-	-	-	-	45	-	-	-	-
3	9	-	-	-	-	51	-	-	-	-
4	12	-	-	22	41	41	-	-	78	107
5	11	-	-	-	-	130	-	-	-	-
6	9	13	47	-	-	47	53	74	-	-
7	21	29	39	-	-	120	110	115	-	-
8	16	28	33	-	-	68	55	75	-	-
9	7	-	-	-	-	54	106	110	-	-
10	7	-	-	-	-	96	-	-	90	91
11	9	-	-	40	53	65	-	-	95	112
12	-	-	-	80	112	109	-	-	170	185
13	24	-	-	-	-	85	-	-	168	174
14	-	-	-	56	68	-	-	-	118	116
15	-	-	-	26	35	-	-	-	59	80
16	-	-	-	-	-	-	-	-	76	85
17	-	-	-	19	26	-	-	-	54	61
\bar{X}	12	23	40	41	56	75	81	94	101	112
σ	6	9	7	24	31	30	31	22	43	42
$C_v\%$	46	39	18	59	55	40	38	23	43	38

 \bar{X} - średnia σ - odchylenie standardowe $C_v\%$ - współczynnik zmienności

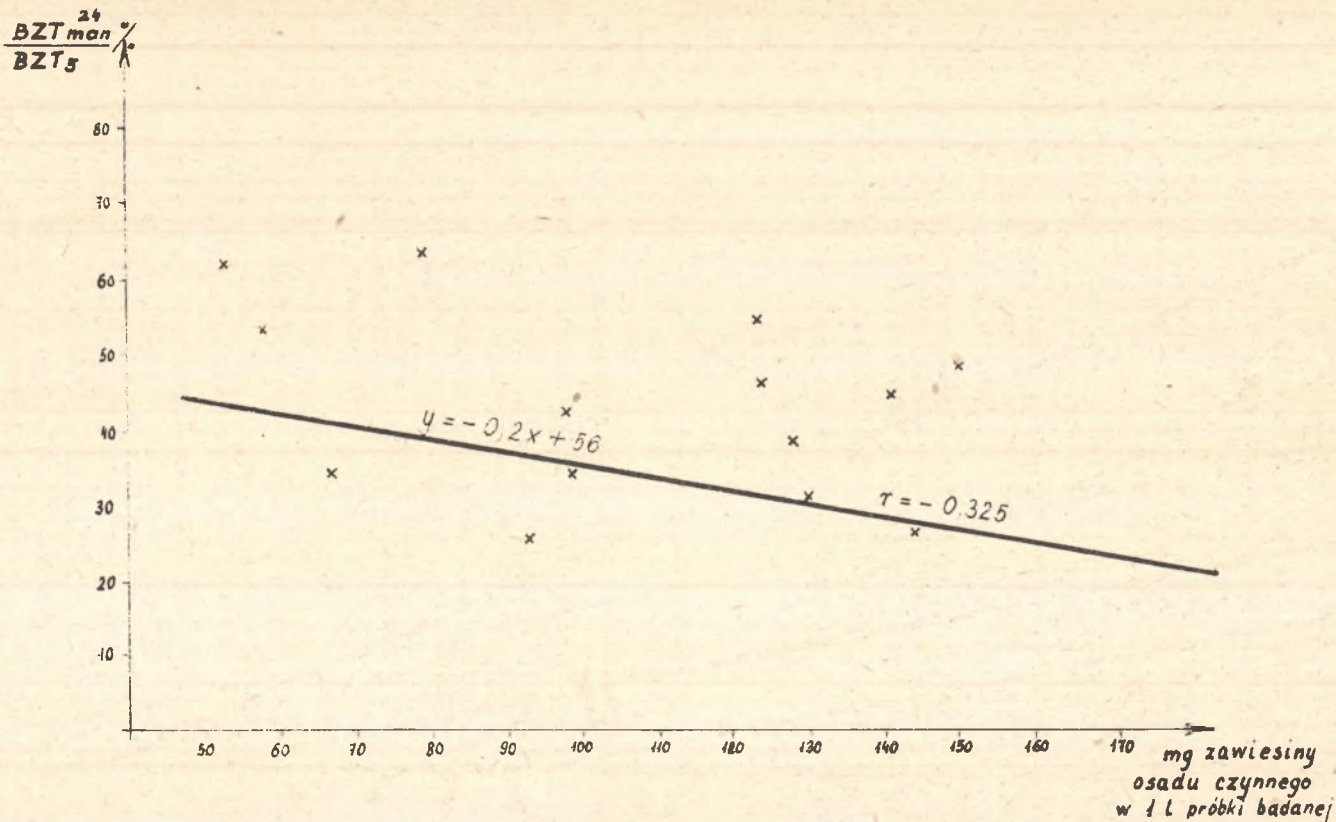
Tablica II

Zależność BZT_{manom}^6 i BZT_{manom}^{24} do BZT_5

Nr próby	BZT_{manom}^6					BZT_{manom}^{24}				
	ścieki surowe	zaszczeplenie w % objętości próby				ścieki surowe	zaszczeplenie w % objętości próby			
		2	5	5	10		2	5	5	10
1	5	-	-	-	-	29	-	-	-	-
2	4	-	-	-	-	24	-	-	-	-
3	5	-	-	-	-	27	-	-	-	-
4	3	-	-	7	13	-	-	-	25	35
5	3	-	-	-	-	41	-	-	-	-
6	4	5	12	-	-	20	22	31	-	-
7	9	12	16	-	-	50	46	48	-	-
8	7	12	15	-	-	31	25	34	-	-
9	3	-	-	-	-	21	41	42	-	-
10	3	-	-	-	-	37	-	-	34	35
11	4	-	-	16	22	26	-	-	38	45
12	-	-	-	30	42	40	-	-	63	69
13	9	-	-	-	-	32	-	-	62	65
14	-	-	-	25	30	-	-	-	53	52
15	-	-	-	13	18	-	-	-	30	40
16	-	-	-	-	-	-	-	-	51	57
17	-	-	-	15	21	-	-	-	44	50
\bar{x}	5	10	14	18	24	32	34	39	44	50
σ	2,2	4	2	9	10	9	11	8	19	12
$C_v \%$	44	40	14	50	42	28	32	21	43	24



Rys. 1. Zależność BZT_{man} i BZT₅ przy 5% zaszczepleniu osadem czynnym



Rys. 2. Zależność stosunku $BZT_{\text{manom}}^{24}/BZT_5$ od stężenia zawiesiny osadu czynnego w próbce inkubowanej w aparacie Warburga

Przeprowadzono próby uzależnienia zmian stosunku BZT_{manom}^{24} do BZT_5 w zależności od zmian stężenia zawiesiny osadu czynnego w próbce inkubowanej w aparacie Warburga. Na wykresie 2 przedstawiono taką zależność dla BZT_{manom}^{24} , dla zaszczepienia 5%, w postaci linii regresji, której przebieg wskazuje, że ze wzrostem stężenia zawiesiny osadu czynnego w próbce inkubowanej maleje wartość stosunku BZT_{manom}^{24} do BZT_5 . Świadczy to o tym, że w miarę wzrostu stężenia zawiesiny osadu czynnego rośnie wartość BZT_{manom}^{24} , czyli reakcja biologicznego rozkładu zanieczyszczeń ścieków przebiega intensywniej. Jednak współczynnik korelacji dla tej zależności wyniósł $r = -0,325$, co świadczy o istnieniu korelacji bardzo mało znaczącej.

Dla stwierdzenia dokładności stosowanej metody manometrycznej obliczono współczynniki zmienności dla grup po 3 manometry dla jednakowych prób, badanych w aparacie Warburga. W przypadku BZT_{manom}^6 średni współczynnik zmienności C_v wyniósł 7,0%, a dla BZT_{manom}^{24} C_v wynosił 4,1%. Wskazuje to na znaczną dokładność pomiarów manometrycznych BZT.

O m ó w i e n i e w y n i k ó w i w n i o s k i

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów manometrycznych BZT_{manom}^6 i BZT_{manom}^{24} dla popłuczek posiarczykowych, uzyskano przy zaszczepianiu osadem czynnym, wartości BZT wynoszące odpowiednio 18 i 35% BZT_5 oznaczanego metodą rozcieńczeń. Dla badanych popłuczek nie stwierdzono wyraźnego wpływu dodatku nadmiaru materiału zaszczepiającego na zwiększenie wartości BZT oznaczanego metodą manometryczną, zarówno przy zaszczepianiu osadem czynnym jak i wodą rzeczną. Przy zaszczepieniu wodą rzeczną uzyskano po 24 godzinach BZT_{manom}^{24} wynoszące średnio 50% BZT_5 , a w przypadku osadu czynnego BZT_{manom}^{24} wynosiło przeciętnie 35% BZT_5 . Wydaje się, że wielkość BZT oznaczanego metodą manometryczną nie zależy od początkowej ilości wprowadzonych mikroorganizmów, ale raczej od ich aktywności biologicznej.

Przy pomiarach BZT metodą manometryczną uzyskiwano dla popłuczek znaczny rozrzut wyników, szczególnie przy zaszczepianiu osadem czynnym. Jedną z przyczyn było stosowanie do zaszczepiania zawiesiny osadu czynnego, której niejednorodność nie mogła być usunięta nawet przez dokładne mieszanie.

Stosowanie przy pomiarach manometrycznych BZT popłuczek dużego nadmiaru materiału zaszczepiającego zmuszało do powstawania dużych rozcieńczeń ścieków, z uwagi na ograniczoną wiel-

kość skali manometrów, co z kolei wpływało na uwielokrotnienie błędów wskutek konieczności uwzględnienia w obliczeniach BZT dużych mnożników.

Na podstawie wyników podanych w tablicach I i II wykazano, że ze wzrostem zaszczepienia rosną bezwzględne wartości BZT wyznaczanego manometrycznie dla ścieków posiarczanowych. Wzrost tych wartości jest jednakże nieznaczny w porównaniu do wzrastających ilości dodawanego materiału zaszczepiającego.

Ponadto daje się zauważyć fakt, że wpływ wielkości zaszczepienia jest bardziej istotny przy oznaczaniu BZT_{manom}^0 niż przy pomiarze BZT_{manom}^{24} . Np. stosunek BZT_{manom}^6 do BZT_5 przy zaszczepieniu 10% jest wyższy o 33% w porównaniu do 5% zaszczepienia, ale już przy analogicznym wzroście zaszczepienia w pomiarze 24 godzinowym wynosi tylko 14% (tablica II).

Zgodnie z wynikami podanymi w tablicy II stosunek BZT_{manom}^{24} do BZT_5 wynosi od 39-44%, przy zaszczepieniu 5%. Wielkości te są zbliżone do wartości stosunku BZT_1 do BZT_5 oznaczanego metodą rozcieńczeń dla ścieków posiarczanowych ogólnych i wynoszącej średnio 41,6% [9].

Dla ścieków posiarczanowych, na podstawie pomiarów manometrycznych BZT_{manom}^0 i BZT_{manom}^{24} przy stosowaniu 5% zaszczepienia osadem czynnym, uzyskano wartości BZT wynoszące odpowiednio 40-41 i 94-101% BZT_1 oraz 14-18 i 39-44% BZT_5 (tablice I i II)

DILLINGHAM [4] uzyskiwał dla ługów posiarczanowych BZT 18 godzinowe wyznaczane manometrycznie stanowiące 36% BZT_5 , w temperaturze 37°C.

Pomiędzy BZT_5 i BZT wyznaczanym manometrycznie dla badanych ścieków posiarczanowych, w przypadku BZT_{manom}^6 i BZT_{manom}^{24} , przy zaszczepieniu 5% osadem czynnym, uzyskano korelacje wynoszące odpowiednio $r = 0,706$ i $r = 0,697$, odpowiadające linie regresji mają szerokie 95% przedziały ufności (wykres 1).

Dokładność metody manometrycznej oznaczania BZT jest duża, np. dla BZT_{manom}^{24} współczynnik zmienności C_v wyniósł 4,1%.

S t r e s z c z e n i e

Przeprowadzono pomiary BZT popłuczek posiarczanowych i ścieków posiarczanowych metodą rozcieńczeń i metodą manometryczną Warburga. Jako materiału zaszczepiającego użyto wody odbiornika do którego odprowadzane są badane ścieki oraz osadu czynnego adaptowanego dla ścieków posiarczanowych lub posiarczanowych. Nie stwierdzono wyraźnego wpływu dodatku nadmiaru materiału zaszczepiającego na wzrost wielkości BZT oznaczanego manometrycznie. Pomiar BZT metodą manometryczną prowadzono w cią-

gu 6 lub 24 godzin. Pomiędzy BZT₅ i BZT manometrycznym 6 i 24 godzinowym w przypadku ścieków posiarczanowych uzyskano odpowiednie korelacje $r = 0,706$ i $r = 0,697$. Odpowiadające im linie regresji mają szerokie 95% przedziały ufności.

Dokładność oznaczeń BZT metodą manometryczną jest znaczna, dla BZT manometrycznego 24 godzinowego współczynnik zmienności C_v wyniósł 4,1%.

Politechnika Śląska
Katedra Chemii Ogólnej A

LITERATURA

- [1] ZIELIŃSKI J.: Znaczenie i metody pomiaru biochemicznego zapotrzebowania tlenu (BZT) ścieków pocelulozowych - Prz. Papiern. 17, 145, (1961).
- [2] DOŻAŃSKA W., KONGIEL-CHABŁO I.: Badania nad wpływem chromu na przebieg procesów biochemicznych w ściekach - Gaz, Woda i Techn. Sanitarna, 37, 15, (1963).
- [3] GELLMAN I., HEUKELEKIAN H.: Studies of biochemical oxidation by direct methods. I. Direct method for determining BOD - Sew. Ind. Wastes, 23, 1267, (1951).
- [4] DILLINGHAM E., KNUTH D., WESSMAN G.: A manometric method for the rapid, practical determination of biochemical oxygen demand - TAPPI, 41, 321, (1958).
- [5] DILLINGHAM E., JOSE A.: The correlation and precision of manometric and five-day biochemical oxygen demand in the range of one to twenty parts per million - TAPPI, 43, 626, (1960).
- [6] ZEHENDER C.: Über die Sauerstoffzehrung verschiedener wasserlöslicher Polysaccharide in Papierfabrikabwässern - Papier, 14, 631, (1960).
- [7] MALONEY T., ROBINSON E.: Growth and respiration of a green alga in spent sulfite liquor - TAPPI, 44, 137, (1961).

- [8] Standard Method for the examination of water and wastewater (including bottom sediments and sludges) 11 Ed. Second printing, march 1961, New York.
- [9] LESZCZYŃSKI C., SKWARA Z., ZIELIŃSKI J.: Stała szybkości K reakcji biochemicznego zapotrzebowania tlenu ścieków po-siarczanowych - Gaz, Woda i Techn. Sanitarna, 38, 335, (1964).

ИСПЫТАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОРРЕЛЯЦИИ ВЕЛИЧИНЫ
БИОХИМИЧЕСКОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА В СТОЧНЫХ ВОДАХ
ЦЕЛЛЮЛОЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ МАНОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА
И МЕТОДА РАЗБАВЛЕНИЙ

Резюме

Произведены определения величины БПК отработанных сульфитных и сульфатных сточных вод методом разбавления и манометрическим. Для введения микроорганизмов в опытные растворы использовано воду приемника где спускаются испытываемые сточные воды а также активный ил приспособлен до сульфитных или соответственно до сульфатных сточных вод. Не найдено четного влияния добавки избытка введенных микроорганизмов на рост величины БПК измеряемого манометрическим методом.

Измерения БПК манометрическим методом проведены в течении 6 и 24 часов. Для сульфатных сточных вод между БПК₅ а БПК измеряемым манометрически в течении 6 и 24 часов получены относительные коэффициенты корреляции $r = 0,706$ и $r = 0,697$, относительные линии регрессии имеют широкие 95% доверительные пределы. Точность определения БПК манометрическим методом значительная, для БПК определяемого манометрически в течении 24 часов коэффициент изменения C_v был 4,1%.

Силезский Политехнический Институт
Кафедра Общей Химии А

THE TENTATIVE STUDIES FOR ESTIMATION THE CORRELATION
OF MANOMETRIC AND FIVE-DAY BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND
OF PULP MILL WASTES

S u m m a r y

The measurements of BOD of diluted sulphite and sulphate wastes by using Warburg manometric and dilution methods have been conducted. The water from the recipient of suitable pulp mill wastes and activated sludge adapted for sulphite or sulphate wastes have been used as seed. The adequate influence of the amount of seed material on the value of BOD manometrically measured has not been found. The measurements of BOD by using manometric method were conducted for 6 or 24 hours. The appropriate correlation coefficients, $r = 0,706$ and $r = 0,697$, for five-day s BOD and BOD manometrically measured for 6 or 24 hours in case of sulphate wastes have been obtained. The corresponding 95% confidence limits is characterized by wide regression lines.

The accuracy of BOD determinations by using manometric method is considerable, for BOD measured manometrically for 24 hours the coefficient of variation C_v was 4,1%.

Silesian Technical University at Gliwice
Laboratory of General Chemistry A